

복합형 무인 회전익기 로터드라이브시스템 개념 연구를 위한 특허 조사 및 분석

김근택^{1,†}

¹한국항공우주연구원

Patents Survey and Analysis on a Conceptual Study of Rotor Drive Systems of Combined Unmanned Rotorcraft

Keun-Taek Kim^{1,†}

¹Korea Aerospace Research Institute

Abstract

This paper presents a survey of patents and an analysis of a conceptual study for the development of rotor drive systems in combined unmanned rotorcraft in. The patents were classified into 10 cases with respect to the rotor drive system development, and these are reviewed and analyzed in detail. The results describe development concepts for rotor drive systems for vehicles obtained through the patent analysis.

초 록

본 연구에서는 복합형 무인 회전익기의 로터드라이브시스템 개발 개념을 정립하기 위해 관련 특허를 조사하고 분석하였다. 특허를 로터드라이브시스템 개발의 관점에서 10개의 유사한 그룹별로 나누어 세부적인 검토 및 분석을 수행하였다. 결과적으로, 특허 분석 결과를 통해 비행체의 로터드라이브시스템 개발 개념을 제안한다.

Key Words : Rotor Drive System(로터드라이브시스템), Combined Unmanned Rotorcraft(복합형무인회전익기), Conceptual Study(개념연구), Patents(특허)

1. 서 론

회전익기는 수직 이착륙 및 제자리 비행이 가능한 고유의 장점으로 다양한 유인/무인 항공기로 활용하고 있으나, 기존 헬리콥터는 순항 속도 및 항속 거리에 제한이 있다. 항공 선진국은 이러한 기존 회전익기의 단점을 극복하기 위하여, 주 로터와 보조 프로펠러의 결합으로 전진속도를 높일 수 있는 복합형 회전익기 개발을 활발히 진행하고 있다. 현재까지 복합형 회전익기의 실제 운용중인 사례는 없으나, 빠른 시일 내에

국내 관련분야의 기술 수준을 향상시켜 항공 선진국과의 기술 격차를 좁힘으로써 세계적으로 수요가 급증하고 있는 소형무인기 시장에서 경쟁력 확보를 위해, 최근 한국항공우주연구원에서는 복합형 무인 회전익기의 개념 연구를 수행하고 있다[1-3].

본 연구에서는 이를 위하여 복합형 무인 회전익기의 로터드라이브시스템 개발 개념을 정립하기 위해 관련 특허를 조사하고 분석하였다. 이를 위해 중요한 연관 Key Word를 선정하고 Google Patent 등의 인터넷 사이트를 통해 관련 특허를 조사하여 분류하였다. 또, 연관도가 높은 특허를 10개의 유사한 그룹별로 나누어 세부적인 검토 및 분석을 통해 로터드라이브시스템 개발을 위한 개념 연구를 수행하였다.

2. 개념 연구 고려사항

로터드라이브시스템의 개발 개념을 정립하기 위해 관련 특허를 조사하고 분석하기 전에, 우선 개발 대상 복합형무인회전익기의 개념 형상(Fig. 1)을 고려한다. 동축반전(Coaxial Counter-Rotating)하는 로터와 추력 향상을 위해 프로펠러를 비행체 후미에 배치하는 복합 개념이다[1].

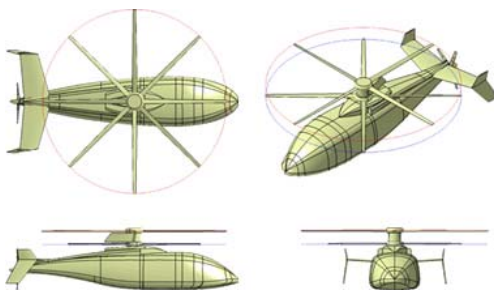


Fig. 1 Conceptual Configuration of Combined Unmanned Rotorcraft

다음은 대상 비행체의 기본적인 주요 정보와 사양을 정리하여 제시한다[1].

- ◆ Initial Reference Model
 - ✓ Sikorsky S-97 Raider Helicopter
- ◆ Baseline
 - ✓ Propulsion: Electric Hybrid
 - ✓ Engine Power: 35 hp
 - ✓ MTOW: 125 kg
- ◆ Requirement
 - ✓ Speed: 150 km/h
 - ✓ Payload: 20 kg
 - ✓ Flight Time: 60 min

한편, 일반적으로 로터드라이브시스템의 기어박스 형상을 결정하기 위해, 다음 항목을 검토하여 개발에 필요한 요구사항을 도출하여야 한다.

- ◆ 기어 종류(Gear Type)
- ◆ 효율(Efficiency)
- ◆ 기어 속도비(Gear Speed/Ratio)
- ◆ 요구 전달 동력(Power to be Transmitted)
- ◆ 구동축 상대 위치(Relative Position of Shafts)

◆ 비용(Cost)

또한, 하이브리드동력시스템 설계 개념을 검토하여, 기어박스 구동축의 상대적인 배치에 대해 검토하여야 한다. 하이브리드동력시스템의 배치 개념은 Fig. 2와 같이 직렬형 시스템 혹은, 병렬형 시스템 배치 방안을 고려할 수 있다[1].

직렬형 시스템의 경우에 설계는 비교적 단순하지만 중량 증가가 불가피하고, 교차축(Intersecting Shaft) 배치를 통한 베벨기어를 활용한 기어박스가 적절하다. 병렬형 시스템의 경우에는 시스템 설계가 복잡하지만, 중량 감소 및 효율 향상을 기대할 수 있다. 이 경우는 평행축(Parallel Shaft) 배치를 통한 기어박스 형태가 적절할 것이다.

일반적으로 특허 분석을 통해 드라이브시스템의 개념 형상을 선정하는 것은 아니며, 로터시스템과 추진 시스템의 형상 및 형식을 결정한 후, 그에 적합한 드라이브시스템 형상 개발이 필요하다. 따라서 이를 대비하여 관련 특허 기술을 분석하고, 비용(경제성), 중량(인터페이스), 효율(성능) 등의 비교연구를 통한 최적의 개발 요구조건 및 규격을 정립하는 것이 개념설계에서 가장 필수적인 업무이다.

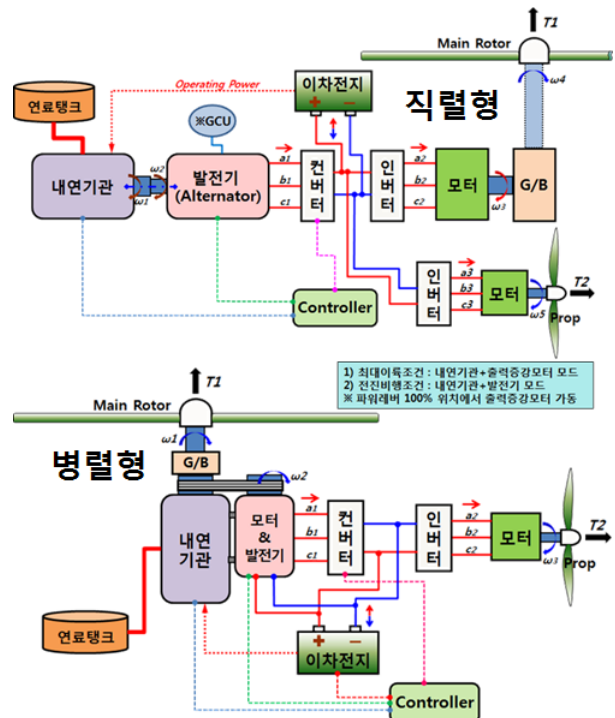


Fig. 2 Concepts of the Hybrid Power System

현재 진행 중인 로터시스템과 추진시스템의 개념 설계를 완료한 후, 특허 분석 결과를 활용하여 적절한 드라이브시스템의 개발을 위한 개념설계를 수행하여야 한다.

3. 특허의 조사 및 분석

개발하고자 하는 시스템의 구성 및 기능에 대한 관련 핵심 기술과 개발 개념을 파악하기 위해, 관련 시스템의 특허를 조사하여 분석하는 것이 필요하다. 특허의 조사 및 분석 방법은 한국항공우주연구원에서 수행한 “미래형 항공기(PAV: Personal Air Vehicle) 개발 선행연구(2010, 지식경제부)”에서 특허정보원의 협조를 통해 수행한 경험이 있다[4].

개발 대상 시스템에 대한 특허를 조사하고 분석하는 절차는 다음 Fig. 3에 제시한다.

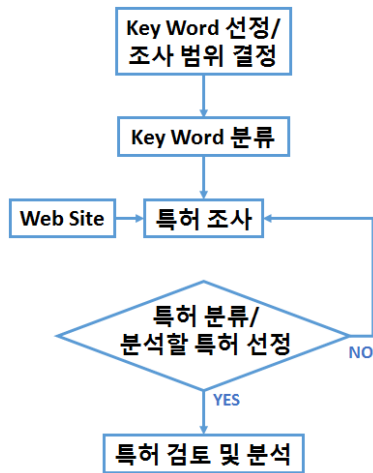


Fig. 3 Procedure for Patents Survey and Analysis

3.1 특허 조사 방법 및 기간

특허를 조사하기 위해서 먼저 연관어(Key Word)의 선정이 필요하며, 조사 결과에 대한 다수의 중복성을 배제하기 위해 조사 범위에 대해서도 사전에 결정할 필요가 있다.

이번 연구에서 선정한 연관어는 다음 Table 1에서 제시한다. 단, 조사 범위 설정을 위해 연관어 그룹을 일반적인 항공기 체계를 따라 구분하였다.

이번 특허를 조사하기 위한 웹 사이트는 Table 2와 같이 선정하여, Google Patent 사이트를 기본 검색 사이트로 사용하고, 관련 자료의 정보 확보가 어려운 경우에는 다른 보조 검색 사이트를 활용하였다.

Table 1 Key Word

그룹	연관어(Key Word)*
Group 1	(Rotor) Drive System, Transmission, Gearbox, 등등
Group 2	Coaxial, Counter-Rotating, 등등
Group 3	Helicopter, Rotorcraft, 등등

* 검색 연관어의 파생어도 모두 검색 대상으로 선정 (예: Gearbox, Gear-Box, “Gear Box”)

Table 2 Web Sites for Searching Patents

구분	사이트
기본	https://patents.google.com/
보조	http://www.freepatentsonline.com/ http://www.wipo.int/patents/ http://www.uspto.gov/patent/ https://www.epo.org/ http://www.kipris.or.kr/

이상과 같이, 특허 조사에 앞서 필요한 사전 작업을 수행한 다음, 2016년 2월 하순경부터 2016년 4월 중순경까지 약 8주간에 걸쳐 특허 조사를 수행하였고, 특허 조사 과정에서 간단한 검토를 통해 대상 항공기 형상과 관련성이 없을 경우에는 배제하였으며, 각각의 검색 연관어 조사에서 연관성이 높은 순위로 100개를 넘지 않도록 범위를 설정하였다. 또한, 세부적인 특허 분석 과정에서 인용 등으로 인해 필요할 경우에는 추가적으로 관련 특허를 다시 추적 조사하였다.

3.2 특허의 분류 및 분석 대상 특허의 선정

특허 조사를 통해 확보한 특허는 추가적인 조사를 포함하여 모두 465개의 특허를 확보하였다. 그 결과를 국가별로 구분하여 Table 3에 제시한다.

여기에서 알 수 있듯이 대부분의 특허는 미국에서 출원한 것으로서, 다른 국가별 출원 특허는 역사적인 배경에 따라 중국과 러시아에서 출원한 특허 일부를 제외하고는 대부분 미국에서 출원한 특허와 밀접한 관

런이 있다. 특히, 세계 특허의 경우는 지적재산권 보호를 위한 차원에서 각 국가별로 출원한 특허와 거의 동일한 내용으로 이루어져 있다.

Table 3 Result of Patents Survey (Area)

국가	특허	
	개수 [개]	비율 [%]
USA	350	75.3
Europe	36	7.7
World	36	7.7
Russia	15	3.2
Canada	11	2.4
China	10	2.2
Germany	7	1.5
합계	465	100.0

다음은 조사한 특허를 연관어 그룹별로 분류하고 Table 4에 그 결과를 각각 제시한다.

Table 4 Result of Patents Survey (Key Word)

그룹	특허	
	개수 [개]	비율 [%]
Group 1	132	28.4
Group 2	156	33.5
Group 3	278	59.8
Group 1 & 2	-35	1.5
Group 1 & 3	-54	-13.3
Group 2 & 3	-62	-7.5
Group 1 & 2 & 3	7	-11.6
연관어 포함*	422	90.8
연관어 미포함#	43	9.2
합계	465	100.0

* 연관어 포함은 그룹별 어느 하나라도 포함하는 개수
연관어 미포함은 어떠한 연관어도 포함하지 않는 개수

다음으로, 검토 및 분석 대상 특허를 선정하여 서로 유사한 특허를 묶어 총 10 경우의 케이스로 구분하고, 로터드라이브시스템 개발의 개념 정립 관점에서 특허 공표일 순서로 검토 및 분석을 수행하였다.

3.3 특허의 검토 및 분석

[Case 1]

이 특허[5]에서 제시한 동력 전달 개념은 Fig. 4와 같이 동축(Coaxial) 구동축(Drive Shaft) 상에 설치한 상하 로터마다 각각의 엔진 및 기어박스를 구비하고, 각 로터 허브에서 체인을 통해 연동시키는 개념이다. 각 엔진(모터)은 웜기어(Worm Gear)를 통해 구동축을 중심으로 회전이 가능하고, 엔진으로부터 기어박스는 클러치와 스프로킷을 통해 로터에 필요한 동력을 전달한다.

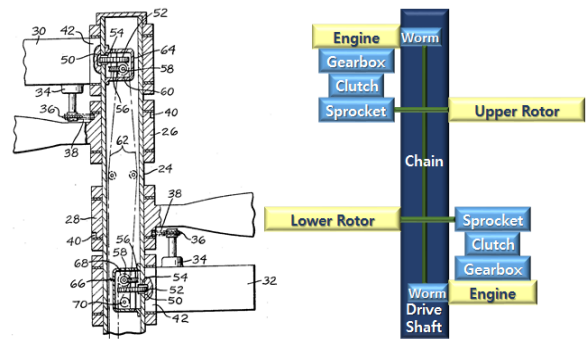


Fig. 4 Case 1, Power Transmission Concept

[Case 2]

이 특허[6]에서 제시한 동력 전달 개념은, Fig. 5와 같이, 두 대의 엔진으로부터 각각의 클러치를 통해 동축로터(Coaxial Rotor) 구동축으로 동력을 전달하고 등속조인트(CV Joint)와 틸팅장치(Tiltables)를 통해 상부와 하부의 로터를 각각 구동하기 위하여 구동축과 동력전달장치(Transmission)를 연결한다.

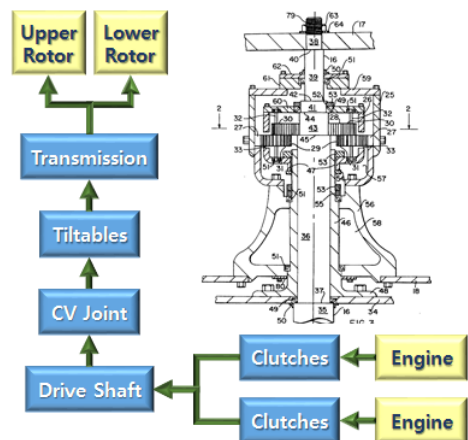


Fig. 5 Case 2, Power Transmission Concept

기어박스는 유성기어(Planetary Gear)로 이루어지며 하우징의 완전한 밀봉을 통해 습식섬프(Wet Sump)의 윤활 방식을 가진다.

[Case 3]

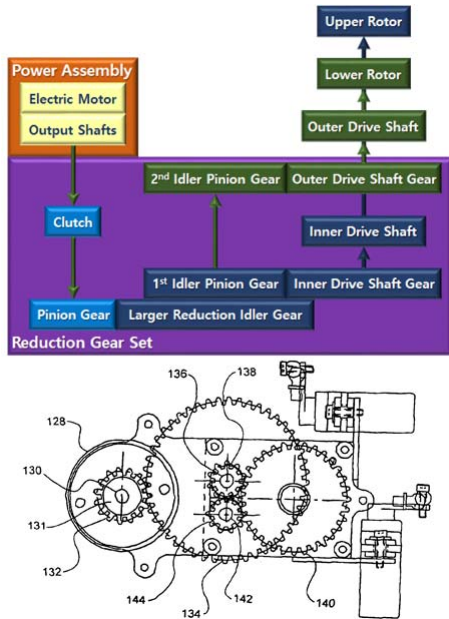


Fig. 6 Case 3, Power Transmission Concept

이 경우 6개의 유사한 특허[7~12]를 포함하며, Fig. 6과 같이 2단 감속 기어박스로 이루어져 있다. 1단 기어는 상부 로터, 2단 기어는 하부 로터를 각각 구동하며, 동력원으로부터 클러치와 피니언기어(Pinion Gear)를 통해 1단 기어에 고정시킨 공전기어(Idler Gear)로 구동축에 동력을 전달한다. 1단 기어와 2단 기어는 내부 구동축과 동시에 맞물려 작동한다.

[Case 4]

이 경우 모두 6개의 유사 특허[13~19]를 포함하며, 동력의 전달 개념은 Fig. 7에서 도시한 것처럼, 벨트 구동과 기어박스를 통한 두 단계에 걸쳐 동력 전달이 이루어진다. 1단계는 엔진으로부터 클러치와 구동축을 통해 벨트로 로터 구동축 풀리(Pulley)를 구동하고, 2단계는 구동축을 등속조인트와 짐벌(Gimbal)을 통해 기어박스와 연결하여 동축로터를 각각 구동한다.

기어박스는 2개의 베벨기어(Bevel Gear)와 4개의

공전기어로 이루어져 있으며, 공전기어를 통해 상부 베벨기어는 하부 로터, 하부 베벨기어는 상부 로터를 각각 구동한다.

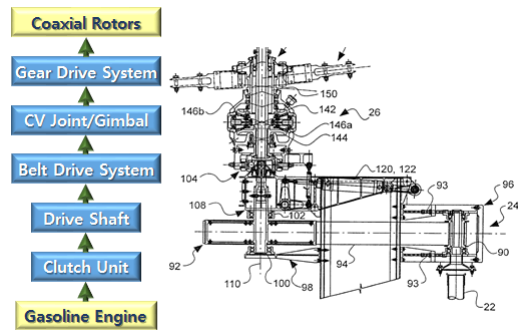


Fig. 7 Case 4, Power Transmission Concept

[Case 5]

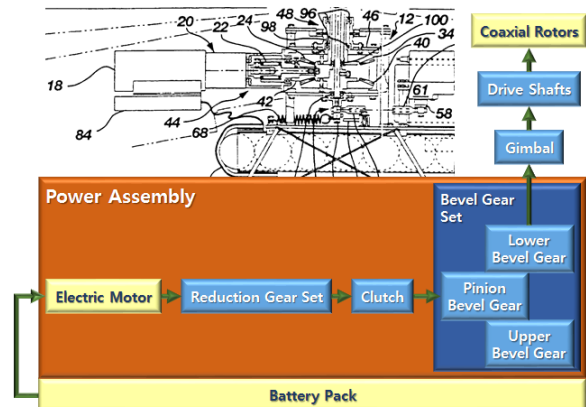


Fig. 8 Case 5, Power Transmission Concept

이 특허[20]에서는 Fig. 8과 같이 동력원 내부에서 먼저 1차로 감속기어장치와 클러치를 통해 속도를 감속하고 2차로 베벨기어장치를 통해 로터를 구동하기 위한 구동축으로 동력을 전달하는 개념을 제시한다.

여기서 베벨기어장치는 1개의 피니언기어와 상부의 로터와 하부 로터를 각각 구동하는 2개의 베벨기어로 이루어져 있다,

[Case 6]

이 경우는 3개의 유사한 특허[21~23]를 포함하며, Fig. 9와 같이 수평으로 배치한 동축로터를 구동하기 위한 동력 전달 개념을 제시한다. 이 경우, 두 단계의

동력 전달이 이루어지며, 1단계는 엔진을 통해 벨트로 구동축의 풀리를 구동하고, 2단계에서는 선택적으로 유성기어 혹은, 베벨기어를 사용하는 기어박스를 통해 동축로터의 각 구동축에 동력을 전달하는 방식이다.

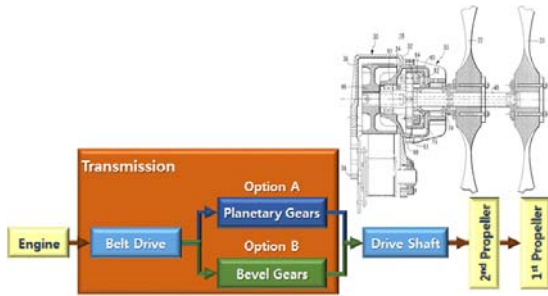


Fig. 9 Case 6, Power Transmission Concept

[Case 7]

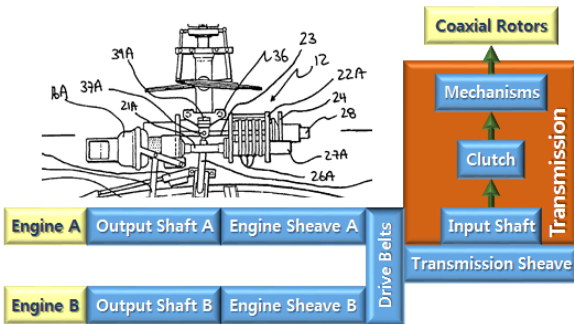


Fig. 10 Case 7, Power Transmission Concept

모두 5개의 특허[24~28]를 포함하는 이 경우는, Fig. 10에서 도시한 것처럼, 동력원의 구동축으로부터 벨트로 동력전달장치에 1차로 동력을 전달한 다음, 2차로 동력전달장치에서 클러치와 기구(Mechanism)를 통해 동축로터 구동축을 회전시키는 두 단계의 동력 전달 개념을 제시하고 있다. 단, 여기서 기구는 로터의 조종을 위한 장치이다.

[Case 8]

이 경우는 5개의 유사한 특허[29~33]를 포함하며, Fig. 11과 같이, 엔진에서 로터까지 두 단계로 동력 전달이 이루어진다. 먼저 엔진에서 1차 기어박스로 동력을 전달한 다음, 커플링 및 클러치를 통해 2차 기어 박스로 동력을 전달하여 로터를 회전시킨다. 1차 기어

박스는 특별한 내부 장치의 언급이 없으나, 2차 기어 박스의 경우에는 베벨기어를 사용하고 있다.

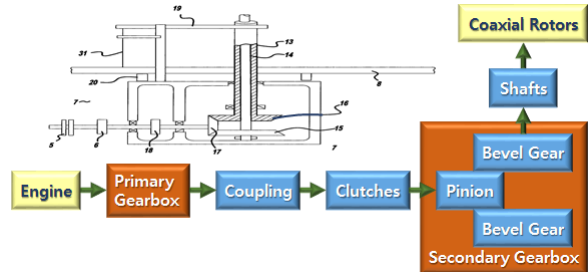


Fig. 11 Case 8, Power Transmission Concept

특이한 점은 초경량(Ultra Light)급 비행체의 형상에 대한 항공기의 규정에 따른 정량적인 수치를 제공하고 있다.

[Case 9]

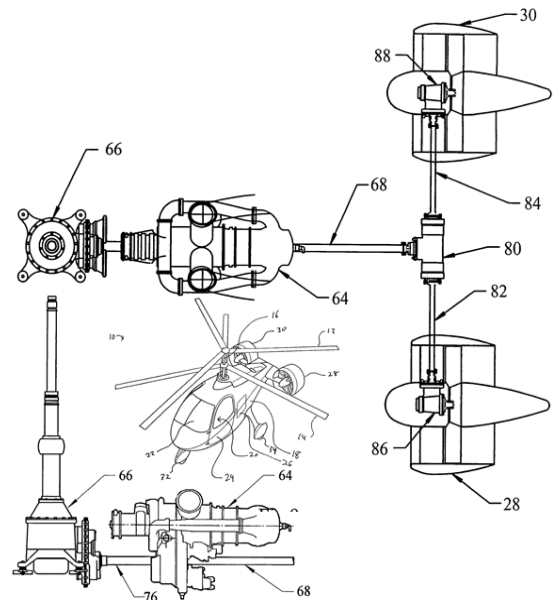


Fig. 12 Case 9, Power Transmission Concept

이 경우는 7개의 유사한 특허[34~40]를 포함하며, Fig. 12와 같이, 2개의 덕트팬(Ducted Fan)을 가지는 회전익기로서, 두 단계의 동력전달장치를 제안한다. 먼저 엔진 자체에서 감속을 위한 1차 동력전달장치와 동축로터의 구동을 위한 2차 동력전달장치로 동력을 전달하는 개념이다.

Figure 11에서 80번 기어박스는 2개의 덕트팬을 구동하기 위한 것으로서, 좌우의 덕트팬은 독립적인 기어박스(86번과 88번)를 가지고 있다.

[Case 10]

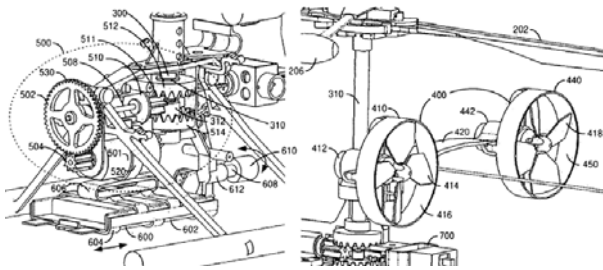


Fig. 13 Case 10, Power Transmission Concept

이 경우는 11개의 유사한 특허[41~51]를 포함하며, [Case 10]과 마찬가지로 엔진 자체의 동력전달장치와 로터의 구동을 위한 동력전달장치로 동력을 전달하는 개념이다. 다만, 이 경우에는, Fig. 13과 같이, 1차 및 2차 동력전달장치의 내부 기어 장치에 대해 좀 더 자세히 제시하고 있다. 1차 감속기어와 구동축을 통해 2차 동력전달장치 상부와 하부의 링기어(Ring Gear) 사이에 배치한 피니언기어를 구동하여, 하부와 상부의 동축로터를 각각 구동하는 개념이다.

3.4 특허 분석 결과

지금까지 모두 10여개의 케이스를 특허 관련 자료를 검토하고 로터드라이브시스템 관점에서 면밀히 분석한 결과, 긍정적인 개념이지만 개발하고자 하는 시스템의 개발 형상을 정립하기 위한 정보를 확보할 수 있었다. 특히, [Case 4], [Case 8], [Case 10]의 경우에서 확보한 정보는 개발 시스템의 개념 연구에 적지 않은 정보를 제공받을 수 있었다.

4. 로터드라이브시스템 개념 연구

3장에서 기술한 바와 같이, 관련 특허의 검토 및 분석을 통해 개발하고자 하는 로터드라이브시스템에 대한 개념적인 형상 정보를 확보하였다. 또한, 확보한 특허 정보를 구체화하기 위해 2장에서 제시한 개념 연구

고려사항을 토대로 로터드라이브시스템의 다양한 형상을 먼저 검토하였다.

참고문헌 [33]의 특허에서 제시한 Fig. 13의 경우, 개발하고자 하는 로터드라이브시스템의 기어박스 형상 정립에 실질적인 도움을 줄 수 있는 개념도이다.

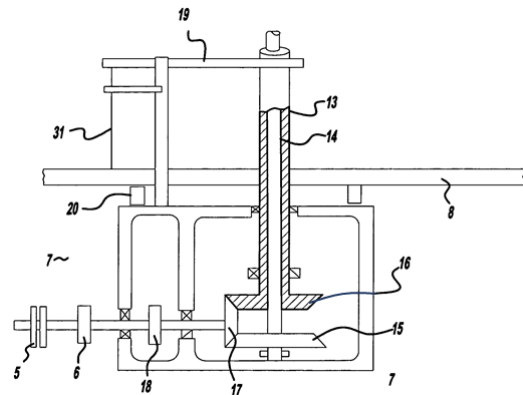


Fig. 14 Example of a Gearbox Schematic[30]

Figure 14에서, 두 번째 기어박스의 개념적인 내부 주요 구성품의 형상 정보는 다음과 같다.

- ◆ 5: 가요성커플링(Flexible Coupling)
- ◆ 6: 스프래그클러치(Sprag Clutch)
- ◆ 13, 14: 동축의 내부/외부 구동축
- ◆ 15, 16: 베벨기어
- ◆ 17: 피니언기어
- ◆ 18: 프리휠클러치(Freewheeling Clutch)

이 개념 외에도, 베어링 및 기어박스의 원활을 위한 간단한 정보도 확보할 수 있었다. 따라서 [Case 8]의 형상 개념을 참조로 개발 대상 로터드라이브시스템의 개념설계를 수행하는 방안을 수립하였다.

그 결과로서, 로터드라이브시스템의 후보 형상으로 다음 Fig. 15와 같은 형상 모델을 고려해 볼 수 있다. 빨간색 타원으로 표시한 부분이 로터드라이브시스템의 기어박스와 그 내부의 베벨기어 장치를 개념적으로 모델링한 것이다.

이러한 개념 연구를 토대로 본격적인 개념설계를 위해 다음 업무를 순차적으로 진행하여야 한다.

- ◆ Drive System Architecture
 - ✓ Function Flow Block Diagram
 - ✓ Selection of the System Components

- ◆ Feasibility Study
 - ✓ Validation & Verification (V&V)
- ◆ Drive System Requirements
- ◆ Drive System Development Specification

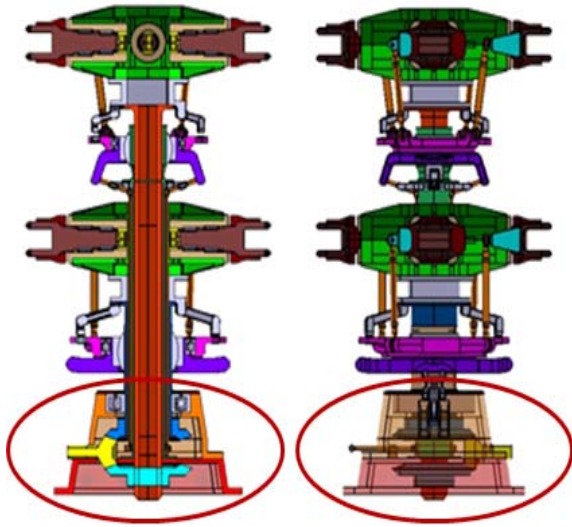


Fig. 15 Rotor Drive System Conceptual Model

일반적으로 특허 분석을 통해 드라이브시스템의 개념 형상을 선정하는 것은 아니며, 로터시스템과 추진 시스템의 형상 및 형식을 결정한 후, 그에 적합한 드라이브시스템 형상 개발이 필요하다. 따라서 이를 대비하여 관련 특허 조사/분석을 통해 얻은 드라이브 시스템 주요 구성품의 형상 및 기능 정보를 활용하여, 비용(경제성), 중량(인터페이스) 효율(성능) 등의 비교 연구를 통해 최적의 경제적인 개발 요구조건 및 관련 규격을 정립하는 것이 개념설계에서 가장 필수적인 업무이다.

4. 결 론

이 논문에서는 드라이브시스템의 개발을 위한 개발 요구조건 및 관련 규격서의 수립을 위해, 드라이브 시스템 관련 특허의 조사 및 분석을 통해 개념 연구를 수행하고, 후보 개념 형상 및 향후 개념설계 방안을 제시하였다.

이 논문에서 수행한 방식과 같이, 시스템 개발을 위해 특허 분석을 통한 접근 방법은 향후 유사한 기술

개발 분야의 개발 과정에서 연구자들이 개발 개념을 정립하는데 도움을 줄 것으로 판단한다.

References

- [1] Korea Aerospace Research Institute, 2016 Project Plan - Core Technology Study on the Advanced Aircraft, 2016.
- [2] Taejin Chang, "Regulatory Environment and Structural Change of UAV Industry," *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol. 9, No. 3, pp.17-22, 2015.
- [3] Jung-Hoon Lee, "Trade-Off Study of Propulsion Systems Weight Estimation for Tilt-Rotor Personal Air Vehicle," *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol. 8, No. 4, pp.1-6, 2014.
- [4] Korea Aerospace Research Institute, Development of Personal Air Vehicles (PAV) for Future Aircraft - Advanced Research Report, 2010.
- [5] US3722830A, Helicopter Type Vehicle, 1973.
- [6] US5791592A, Helicopter with Coaxial Counter-Rotating Dual Rotors and No Tail Rotor, 1998.
- [7] US2002/0109044A1, Coaxial Helicopter, 2002.
- [8] US6886777B2, Coaxial Helicopter, 2005.
- [9] WO2002/064425A2, Coaxial Helicopter with One Cyclic Pitch Control Rotor, 2002.
- [10] WO2002/064425A3, Coaxial Helicopter with One Cyclic Pitch Control Rotor, 2003.
- [11] WO2002/064425A9, Coaxial Helicopter with One Cyclic Pitch Control Rotor, 2004.
- [12] US2006/0102777A1, Coaxial Rotorcraft Control System, 2006.
- [13] US2002/0125368A1, Ultralight Coaxial Rotor Aircraft, 2002.
- [14] WO2002/064426A1, Ultralight Coaxial Rotor Aircraft, 2002.
- [15] WO2003/091099A2, Rotorcraft, 2003.
- [16] US2004/0007644A1, Rotor Craft, 2004.
- [17] WO2003/091099A3, Rotorcraft, 2004.
- [18] US7198223B2, Ultralight Coaxial Rotor Aircraft, 2007.
- [19] US2007/0262197A1, Ultralight Coaxial Rotor Aircraft, 2007.

- [20]US6460802B1, Helicopter Propulsion and Control System, 2002.
- [21]US6540570B1, Counter-Rotating Transmission, 2003.
- [22]CA2416479A1, Counter-Rotating Transmission, 2003.
- [23]CA2416479C, Counter-Rotating Transmission, 2004.
- [24]CA2547534A1, Helicopter, 2005.
- [25]WO2005/054053A1, Helicopter, 2005.
- [26]US2005/0151005A1, Helicopter, 2005.
- [27]US7128293B2, Helicopter, 2006.
- [28]CA2547534C, Helicopter, 2013.
- [29]US2461348A, Helicopter of the Coaxial Wing Type, 1949.
- [30]WO2002/062661A1, A Light Weight Helicopter, 2002.
- [31]US2005/0098682A1, Light Weight Helicopter, 2005.
- [32]US2005/0211826A1, Lightweight Helicopter, 2005.
- [33]US7168656B2, Lightweight Helicopter, 2007.
- [34]US2009/0159740A1, Coaxial Rotor Aircraft, 2009.
- [35]WO2009/108178A2, Coaxial Rotor Aircraft, 2009.
- [36]WO2009/108178A3, Coaxial Rotor Aircraft, 2009.
- [37]WO2009/108178A9, Coaxial Rotor Aircraft, 2009.
- [38]EP2265495A2, Coaxial Rotor Aircraft, 2010.
- [39]US8167233B2, Coaxial Rotor Aircraft, 2012.
- [40]EP2265495A4, Coaxial Rotor Aircraft, 2013.
- [41]US2006/0231677A1, Rotary-Wing Vehicle System, 2006.
- [42]CA2544980A1, Rotary-Wing Vehicle System, 2007.
- [43]WO2007/052246A1, Rotary-Wing Vehicle System, 2007.
- [44]CN2910313Y, Rotary-Wing Vehicle System, 2007.
- [45]CN101007218A, Rotary-Wing Apparatus, 2007.
- [46]EP1943001A1, Rotary-Wing Vehicle System, 2008.
- [47]CA254480C, Rotary-Wing Vehicle System, 2009.
- [48]EP1943001B1, Rotary-Wing Vehicle System, 2010.
- [49]DE602006014182D1, Rotary-Wing Vehicle System, 2010.
- [50]US7946526B2, Rotary-Wing Vehicle System, 2011.
- [51]CN101007218B, Rotary-Wing Apparatus, 2012.