

070 희토류 영구자석 저감 전동기 기술

전동력연구센터 | 정시욱

○ 영구자석 선형전동기 및 저속 고토크 전동기로 대표되는 종래의 영구자석형 직접 구동전동기는 다량의 희토류계 영구자석이 사용하므로 인해 고가 격의 문제가 있었음. 본 기술은 이러한 영구자석형 직접 전동기에 사용되는 영구자석 사용량을 저감하는 전동기 구조임. 본 기술을 적용한 전동기는 컨시퀀트 폴 (Consequent pole) 회전자(또는 고정자) 구조와 특별한 극수/슬롯 조합 및 권선 배치를 통해 종래 형태보다 희토류계 영구자석 사용량을 30% 가량 저감하는 것이 가능함.

기술개념 및 구성

- 기술개념
 - ▶ 본 기술은 컨시퀀트 폴(Consequent pole) 구조를 적용하여 영구자석형 직접 구동 전동기의 희토류계 영구자석 사용량을 획기적으로 저감하여 종래의 고 가격 문제를 해결하는 것임.
- 기술의 구성도
 - ▶ 컨시퀀트 폴(Consequent pole) 구조를 적용한 희토류계 영구자석 저감형 전동기 기술임.



1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
 - ▶ 영구자석 선형전동기 및 저속 고토크 전동기로 대표되는 영구자석형 직접 구동 전동기는 다량의 희토류계 영구자석을 사용하는 형태이므로 태생적으로 고가격의 문제를 가지고 있음.
 - ▶ 희토류 자원의 편중성과 중국의 시장 독점으로 인해 항상 공급 불안의 문제를 가지고 있으며, 최근 중국의 희토류 자원 무기화로 인해 희토류 자원의 효율적인 사용이 중요한 시점임.
 - ▶ 정밀위치제어, 자동화 및 로봇 구동기등으로 광범위하게 사용되는 영구자석형 직접 구동 전동기는 대부분 수입에 의존하고 있으며, 이를 대체하는 기술이 필요하다고 할 수 있음.

- 영구자석 선형전동기 선진사만이 보유하고 있던 단부 효과 저감 기술에 대한 지배권을 확보하여, 영구자석 선형전동기 추력 맥동 저감을 통한 성능 향상이 가능하며, 기술 우위를 통한 시장 확대가 가능함
- 고정자에 영구자석이 없는 자속 역전 선형전동기를 통해 종래 가격 문제로 적용이 어려웠던 장거리 이송계에 선형전동기 기술을 적용할 수 있음
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 영구자석 선형전동기 단부 효과 및 추력 맥동 저감 기술
 - 희토류 영구자석 저감 전동기 설계 해석 기술
 - 자속 역전 선형전동기 설계 및 해석 기술

■ 경쟁기술과 차별성

경쟁기술	본 기술의 우수성
영구자석형 직접구동 전동기	<ul style="list-style-type: none"> • 종래 영구자석형 직접구동 전동기 대비 희토류계 영구자석 사용량을 30% 가량 절감할 수 있음 • 종래 영구자석 선형전동기는 단부 효과로 인해 추력의 맥동이 발생하나 본 기술에 의한 선형전동기는 단부 효과의 저감을 통해 추력 맥동을 효과적으로 저감할 수 있음 • 자속 역전 선형전동기의 경우 고정자에 영구자석이 없는 형태이므로 장거리 이송 시스템에 적용할 경우 응용 시스템의 확대와 선형전동기의 저가격화를 통한 기술 우위를 점할 수 있음

2. 기술 내용

- 기술의 특징
 - ▶ 기술의 특징점
 - 본 기술이 활용되는 영구자석형 직접 구동 전동기는 다양한 산업 분야에 구동기로 적용이 가능하며, 전기 구동화 추세에 있는 산업 분야에 광범위하게 활용이 가능함
 - 종래의 형태보다 희토류 영구자석 사용량을 30% 가량 저감할 수 있으므로, 가격 경쟁력 제고가 가능함

3. 기술의 시장성

- 기술 응용분야 및 제품
 - 정밀위치제어 시스템 (자동화 장비, 디스플레이 제조 장비, 로봇 등)
 - 장거리 반송 장치 (대형 물류 시스템, 로프리스 엘리베이터 등)
 - 전기자동차 구동기 (인휠전동기 등)

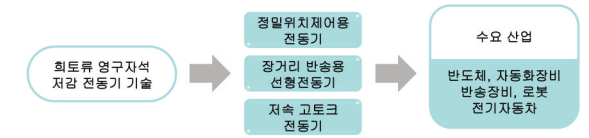


■ 시장이슈

- 전동기를 이용한 전동식 구동 방식이 다양한 분야에 걸쳐 적용되고 있으며, 이러한 전동기는 경량화, 고효율화, 고출력화를 위해 희토류계 영구자석 전동기를 사용함
- 희토류 자원의 편중과 중국의 시장 독점은 희토류계 영구자석의 공급 불안정과 가격 변동을 초래하여 영구자석 전동기 시장의 큰 위험 요소임
- 국내 주력 산업인 반도체, 디스플레이등의 제조 장비에 광범위하게 사용되는 영구자석 선형전동기는 대부분 일본에서 수입하였으며, 단부 효과 저감을 위한 구조는 선진사들이 특허로 보유하고 있음

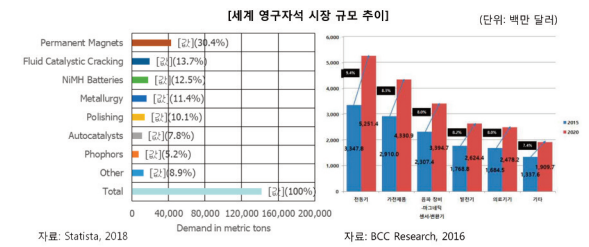
■ Supply chain

- 본 기술은 희토류 영구자석 저감형 전동기 기술과 추력/토크 맥동 저감 기술을 활용하여 정밀위치 제어용 전동기 및 직접 구동 전동기 기술을 구현하고 반도체, 자동화장비, 반송장치 로봇 및 전기자동차 분야의 직접 구동 방식의 전동기를 제공함



■ 수요전망

- 2018년 기준으로 전세계 희토류 생산량의 30% 가량이 영구자석을 생산하는데 사용되고 있음. 영구자석을 응용한 시장은 점차 확대되고 있으므로 희토류계 영구자석 사용 저감 기술은 향후 필요한 기술임
- 영구자석 전동기 시장의 경우 연평균 9.4%의 성장률로 2015년 33억 달러 규모에서 2020년 52억에 달할 전망임



4. 주요 연구성과

■ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	선형 및 회전형 전기기기 구조	유럽	EP 2988401 B1	2018
등록	이중돌극형 영구자석 전기기기의 권선 배치법	미국	US9,692,269 B2	2017
등록	이중돌극형 영구자석 전기기기	미국	US9,246,376 B2	2016
등록	이중돌극형 영구자석 전기기기	미국	US8,624,446 B2	2014
등록	선형 및 회전형 전기기기 구조	미국	US8,533,019 B2	2013
등록	직선 또는 회전 운동 시스템을 위한 저속용, 고속, 고정밀, 고추력 자속 역전식 전동기	미국	US7,928,612 B2	2011
등록	이중돌극형 영구자석 전기기기의 권선 배치법	한국	10-1101299	2011
등록	이중돌극형 영구자석 전기기기	한국	10-1092212	2011
등록	선형 및 회전형 전기기기 구조	한국	10-1065613	2011
등록	직선 또는 회전 운동 시스템을 위한 저속용, 고속, 고정밀, 고추력 자속 역전식 전동기	한국	10-0996135	2010

■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale Prototype 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : 희토류 영구자석 저감형 전동기
 - 2013년 하반기 특허기술상 2등상 수상(전기연 최초)
 - 최대 1000N급 자속역전 선형전동기 기술
 - 최대 1000N급 이중돌극형 영구자석 선형전동기 기술
 - 저속 고토크 서보 전동기(최대 150N급, 300RPM)
 - 전기자동차용 인휠전동기 기술

5. 기대 효과

- 기술 도입 효과
 - ▶ 경제적인 효과
 - 현재 전기자동차용 구동 전동기는 100% 희토류 영구자석 전동기가 사용되고 있으며, 구동전동기가 전기자동차 재료비의 20%이상을 차지하고 있는 실정임. 2020년도에는 구동전동기의 세계 시장이 8조6000억원 정도로 성장할 것으로 예측됨.
 - 직접 구동 전동기 기술은 자동화, 반도체, 디스플레이 등 다양한 분야에 적용되는 핵심 요소 기술이며, 종래 수입에 의존하던 요소 기술의 기술 자립과 가격 경쟁력 제고가 가능함

■ 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 자동화장비 및 반도체 디스플레이 제조 장비에 사용되는 정밀위치 제어용 선형전동기는 상당한 부분 일본에 의존해 왔으나 본 기술에 의한 단부 효과 저감 기술을 적용하여 성능의 향상을 통한 국산화 대체가 가능함
 - 영구자석형 직접 구동 전동기의 영구자석 사용량 저감을 통해 가격 경쟁력 제고가 가능할 것으로 기대됨
 - 자속 역전 선형전동기의 경우 장거리 이송 시스템에 큰 장점을 제공하며 향후 로프리스 엘리베이터와 같은 미래 기술에 접목이 가능할 것으로 기대됨