

SF6 Free 친환경 가스 차단기 설계기술

신전력기연구센터 | 장현재

○ 본 기술은 SF6를 사용하지 않는 친환경 가스 차단기 설계를 구현함에 있어, 친환경 가스의 물리적 특성 DB의 구축, 차단기의 아크 플라즈마 현상의 모의 해석, 차단기 성능평가 기술을 접목하여 친환경 가스 차단기 설계기술을 개발하는 것임. 이는 가스절연개폐장치, 가스절연송전선등에 활용됨.

기술개념 및 구성

기술개념

▶ 본 기술은 70kV급 송전계통에 적용되는 차단기 설계기술에 관한 것으로 지구온난화지수가 1미만의 천연가스를 절연매질로 사용하고, 가스의 특성을 적용한 차단해석기술을 접목하여 송전계통에서 요구하는 조건을 만족하는 가스차단기 설계기술을 개발하는 것임.

기술의 구성도

▶ 친환경 가스의 물리적 특성 DB를 바탕으로 차단기의 아크 플라즈마 현상을 모의 해석하고, 차단기 성능평가 기술을 접목하여 및 친환경 차단기를 설계 하는 기술임.



1. 기술 개요

기술개발의 필요성

- ▶ 전력 계통의 보호 및 안정적인 전력 공급을 위한 핵심 전력기기인 차단기는 주로 SF6 가스를 차단매질로 사용하여 왔으나, 1997 교토의정서 및 2015년 파리기후변화 협약을 통해 감축대상 온실가스로 지정 됨.
- ▶ 전력분야 선진국은 최근 SF6를 대체할 가스를 개발하여, 가스의 특성분석과 병행으로 해당 가스를 적용한 친환경 전력기기를 개발하고 있으며, 원천성이 강한 특허 등록을 통해 특허장벽을 구축함.
- ▶ SF6 대체가스에 대한 대안이 없는 상황에서 국내기업은 선진국에 수십 억원의 기술료를 지불하면서 g3가스를 적용한 초고압 스위치기어 설계기술 개발 중.
- ▶ g3를 포함한 유력 대체후보가스들도 아직 CMR(Carcinogenic, Mutagenic, Reprotoxic) 측면에서 안전이 검증되지 않은 불완전한 대체가스로 기술적 자립을 위한 SF6 대체가스 및 친환경 전력기기의 개발이 필요함.

2. 기술 내용

기술의 특징

- ▶ 기술의 특징점
 - 대기중에 존재하는 가스를 이용하여 친환경적 특성이 뛰어남
 - GWP(1 미만의 가스로 온실가스 감축에 기여

- 불소계 차단매질을 사용하지 않아 무독성임
- 대기중에 존재하는 가스로 매질에 대한 가격경쟁력이 뛰어남
- 친환경 특성, 안전성이 뛰어남으로 배전에서 70kV 까지 다양한 전압에서 사용가능
- 초고압 차단기 설계에 차단 해석기술을 적용가능
- ▶ 기술의 상세 규격
 - 친환경 차단가스 물리적 특성 DB 구축(Composition, 열역학, 수송, 복사흡수 계수등)
 - Arc Plasma 현상 모의 해석 기술
 - 차단성능 측정 및 평가 기술(G200, Post Arc Current 등)

경쟁기술과 차별성

- ▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황
 - SF6 대체가스를 적용한 전력기기 개발기술

구분	기술명	기술내용
국내	기술명	송전급(22.9kV 초과) 전력기기 SF6 대체기술
	기술내용	Natural Gas(Dry air, N2)를 사용하여, 접지스위치 및 단로기에 적용한 기술
국외	기술명	친환경 기반 송변전용 디바이스 상용화 기술개발
	기술내용	SF6와 N2의 혼합가스를 이용하여 전력기에 적용한 기술
국외	기술명	NOVECTM 가스(C4F7N, C5F10O)를 적용한 전력기기 개발
	기술내용	3M사에서 합성한 절연가스를 CO2, O2와 혼합하여 전력기에 적용한 전력기기 개발(170kV급 원로)

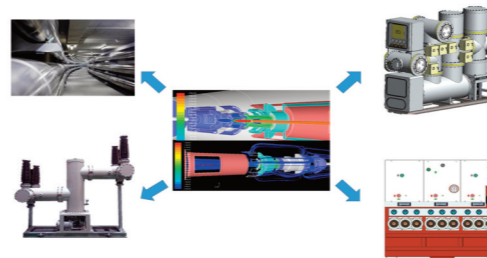
▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
NOVEC 가스를 적용한 전력기기 개발기술	<ul style="list-style-type: none"> • 자연상태에 존재하는 가스를 차단가스로 선정함으로써, GWP를 1이하로 낮추면서, 독성 및 CMR에 대한 문제없이 안전하게 사용 • 가스 주입 및 회수장치와 같은 가스의 Handling 부분에서 유지 보수 경쟁력 상승 • 차단가스의 물리, 화학적 특성을 고려한 해석기술과 차단성능 측정 및 판단기술을 접목한 설계기술로 최적설계 용이

3. 기술의 시장성

기술 응용분야 및 제품

- 가스송전선로, 가스절연개폐장치
- RMU(Ring Main Unit)
- 몰드타입차단기

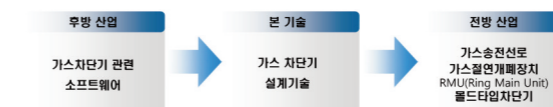


시장이슈

- 초고압 GCB · GIS 세계시장은 ABB, Siemens, Areva 등 해외 업체들의 압도적인 점유율 속에 국내 업체들이 어렵게 점유율을 높이고 있는 단계
- 지구 온난화 가스인 SF6 가스를 대체할 친환경 가스를 이용한 차단기 개발과 차단기 세계시장의 기술 개발 방향에 대해 필요성 대두
- 유럽, 중국 및 미국을 중심으로 전력전자 기반 재생 발전원 및 송변전 전력설비 급증에 따라 직류 송배전 시장이 빠르게 성장
- 관련기업간 M&A 추진 활발
- 고신뢰성, Compact화, 유지보수 기술 개발 필요

Supply chain

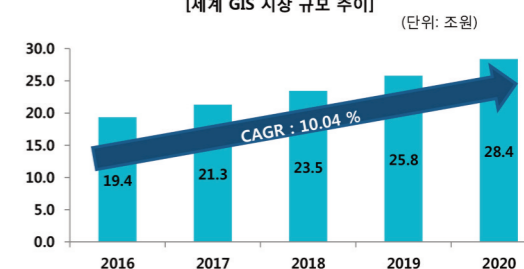
- 본 기술은 가스 차단기 설계 기술로, 가스송전선로, 가스절연개폐장치, RMU(Ring Main Unit), 몰드타입차단기, DC 보호기기, 배전시스템에 적용하여 태양광, 풍력 등 신재생에너지, 장거리 전력송전 및 비상정원 장치 등에 활용 가능



수요전망

- 신기후 변화체제 이후 SF6가스를 대체하는 친환경 전력기기의 수요는 크게 늘어날 것으로 전망
- GIS 세계시장이 2016년부터 2020년까지 연평균 10.04% 성장해 약 28조4000억원 규모까지 확대될 것이라는 전망 (리서치 앤 마켓, 2016)

[세계 GIS 시장 규모 추이]



자료: 리서치 앤 마켓(2016) 참조 특허법인 다나 재정보

4. 주요 연구성과

특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	아크에너지 저감장치를 채용한 차단부	한국	10-151420	2016
출원	복수의 압축실을 갖는 가스차단기	한국	10-2015-0060450	2015
출원	SF6 가스를 대체한 절연가스 및 이를 이용한 전기장치	한국	10-2016-0094804	2016

기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : Full-Scale 시제품 개발
- ▶ 개발 기술 범위 : SF6 Free 친환경 가스 차단기 설계기술(72.5kV)
 - 친환경 차단가스 물리적 특성 DB 구축(CO2 Mixture)
 - Arc Plasma 현상 모의 해석 기술
 - 차단성능 측정 및 평가 기술(G200, Post Arc Current)
- ▶ 기술개발 완료 시기
 - 2017년 8월 : 72.5kV 20kA NGCB(Natural Gas Circuit Breaker) 개발

5. 기대 효과

기술 도입 효과

- ▶ 경제적인 효과
 - 초고압 가스차단기 시장 규모는 2015년 기준 세계 152억 달러(18조원), 국내 3,000억원 규모로서 연평균 10 % 수준의 고성장을 하고 있으며, 특히 2015년 국내 송전용 가스차단기의 경우 전량 SF6를 사용하고 있어, 신 기후변화 체제에 의한 친환경 가스차단기의 대체가 예측됨.
 - SF6 가스는 유럽의 주도로 점차 사용상의 규제가 가시화 될것이며, 이를 대체할 차단가스 및 차단기설계 기술에 대한 요구가 증가됨에 따라 해외에 의존적인 중전기기 산업구조의 개선에 기여함.
 - 차단가스의 개발 및 이를 적용한 차단기의 설계기술을 통해 원천기술 확보와 신규 해외시장 창출에 기여함.

기술 · 산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
 - 기술 중속성이 강한 가스차단기 핵심소재기술을 확보함으로써 초고압(70kV이상) 친환경 가스차단기 설계 및 제작 기술을 선도 할 수 있는 기반 기술 구축.
 - 해외 의존적인 차단성능 측정 및 평가기술을 자체개발함으로써, 국내 중전기기 업체 경쟁력 향상 및 사업의 고도화에 기여.
 - 절연가스에 대한 물리적 특성 DB 구축을 위한 기초연구기관과의 상생 및 시너지 효과 극대화에 기여.

[R&R : 2-2-1]