

3-5 / 자이로트론 구동용 고전압 전원장치

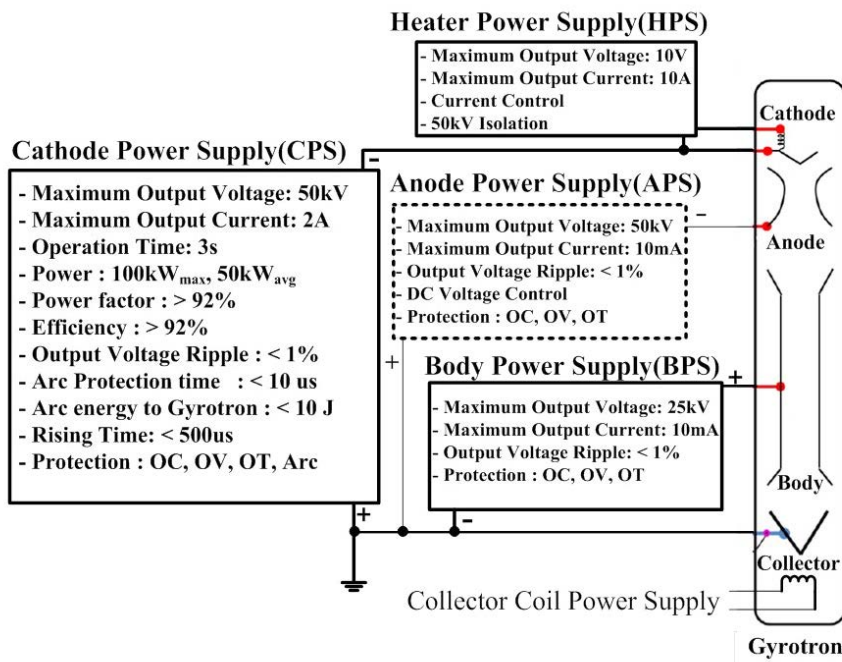
전기추진연구센터 장성록

본 기술은 자이로트론 구동을 위한 주 전원장치(Cathode Power Supply, CPS)를 구현함에 있어, 자이로트론의 안정적인 구동 및 보호를 위해 출력 전압의 리플을 줄이면서 아크에너지를 최소화 할 수 있는 전원장치를 개발하는 것임. 또한, 자이로트론 구동 효율 향상을 위해 Depress 전압을 인가하기 위한 Body Power Supply(BPS), 필라멘트 가열을 위한 Heater Power Supply(HPS)를 소형 및 경량화 개발하고 신뢰성을 확보하여 자이로트론 구동 전원 시스템을 상용화 할 수 있는 기술임

기술개념 및 기술규격

■ 기술의 구성도

- Gyrotron 구동을 위해 요구되는 고전압 전원장치는 Collector와 Cathode 사이에 전자빔 발생을 위해 인가되는 주전원인 CPS, 효율 향상을 위해 Depressed 전압을 인가해 주기 위한 BPS, 그리고 필라멘트 가열을 위한 HPS로 구성



〈자이로트론 구동을 위한 전원 시스템 구성도 및 사양〉

1. 기술 개요

■ 기술개발의 필요성

- 자이로트론의 안정적인 전자빔 출력을 얻기 위해서는 1%이하의 출력전압의 리플을 가지며 50kV의 고전압을 발생 시킬 수 있는 전원장치가 필요함
- 아크 발생 시 자이로트론을 보호하기 위해 신뢰성 높으며 응답 속도가 빠른 보호회로가 필요하며, 아크에너지를 최소화 하여 전원장치를 설계 해야함
- 위와 같은 사양의 달성을 위해 가격이 비싸고 시스템구성이 복잡한 고전압 스위치를 이용하는 방식을 개선하여, 시스템의 부피를 줄이고 가격을 절감 할 수 있는 효율적인 자이로트론 구동 전원 시스템 개발이 필요함

■ 기술개념 및 기술규격

■ 기술 개념

- 본 기술은 전기연구원 고유의 고효율 컨버터 토폴로지를 이용하여 자이로트론 구동을 위한 3가지 전원장치 CPS, BPS, HPS를 개발함으로써 시스템의 효율, 전력밀도, 신뢰성을 향상 시킴

2. 기술 내용

■ 기술의 특징

■ 기술의 특징점 및 상세 규격

- CPS: 50kV, 2A, 효율 95%, 역률 0.92, 리플 0.6%, 아크에너지 8.3J
- BPS: 25kV, 10mA, 리플 0.8%
- HPS: 10V, 10A, 50kV Isolation



◆ 경쟁기술과 차별성

- 국내외 유사 · 경쟁기술 현황
- 고전압 전원 기술

국내	기술명	고전압 전원 설계 기술
	기술내용	고전압 절연을 위해 입력단의 저주파 트랜스를 다단으로 이용하고 각 모듈을 직렬로 구성하여 고전압 전원을 발생 시키는 기술
국내	기술명	아크 보호 기술
	기술내용	자이로트론 내부 아크 발생 시 고전압 스위치를 통해 덤프되는 에너지를 차단하여 자이로트론을 안전하게 보호하는 기술
국외	기술명	고전압 전원 설계 기술
	기술내용	고주파 변압기를 이용하는 방식을 사용하여 전원장치의 전력밀도를 높이면 서도 효율적으로 절연을 확보할 수 있는 고전압 설계 기술

■ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
고전압 전원 설계 및 아크 보호 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 고주파 변압기를 이용하여 높은 전력 밀도를 가지면서 절연에 대한 신뢰성을 확보 할 수 있으며, 고효율 토폴로지를 적용한 설계로 90%이상의 높은 효율 달성 가능함 · 다상의 컨버터 구성을 통해 전원장치 자체적으로 아크 에너지를 제한하여 부가적인 회로 구성 없이 자이로트론을 안정적으로 보호할 수 있음

3. 기술의 시장성

◆ 기술 적용 가능 분야

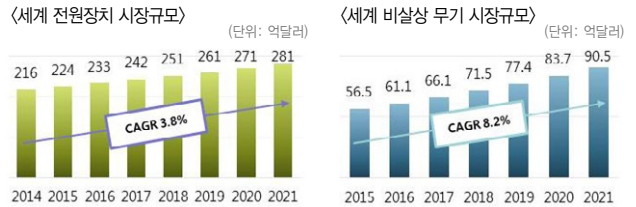
- 기술이 적용되는 사업분야 및 제품(시스템)
- 고전압 전원장치



◆ 시장 현황 및 규모

- 관련기술 시장현황 및 특성
- 세계 전원장치 시장은 2014년 216억 달러 규모에서 연평균 3.8% 로 성장하여 2021년에는 281억 달러 규모에 달할 것으로 전망됨
- 특히 핵융합발전과 같은 그린 에너지 실현을 위한 특수전원장치의 수요가 확대되고 있음
- 자이로트론은 비살상 대인 무력화 시스템에도 적용 가능하며, 이에 따른 비살상 무기 시장은 2015년 56억 5,000만 달러에서 연평균 8.2%로 성장하여 2021년에는 90억 5,000만 달러 규모에 달할 것으로 전망됨
- 세계 비살상 무기 시장에서는 미국이 전체 시장의 75% 비중을 차지하고 있으며, 개발도상국 시장도 급성장하고 있음

■ 국내외 시장 규모



자료: HIS Technology, Power supply Market, 2014

자료: Marketsandmarkets, Non-Lethal Weapons Market, 2016

4. 주요 연구 성과

◆ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
출원	변압기와 이를 포함하는 고전압 전원장치	한국, 미국, 유럽, 일본	10-2014-0120652, 14/528,040, EP1419093A, 12014-222050	2015
출원	고전압 전원장치	한국	10-2015-0159226	2015

◆ 기술의 완성도

- TRL 5 수준의 기술완성도 단계 : 자이로트론 연계 성능 시험 중
- 개발 기술 범위 :
 - CPS: 50kV, 2A, 3초 동작 자이로트론 구동 시험
 - BPS: 최대 25kV 인가 자이로트론 효율 향상 시험
 - HPS: 자이로트론 연계 구동 시험
- 기술개발 완료 시기
 - 2016년 12월 : 자이로트론 구동 전원시스템 성능 보완 및 안정화

5. 기대 효과

◆ 기술 도입 효과

- 고전압 전원장치의 아크 보호 성능 및 신뢰성 확보를 위한 부가적인 회로를 최소화하여 고전압 전원장치가 요구되는 응용시스템에서의 전원장치 단가를 절감할 수 있으며, 고전압 전원장치의 고밀도화를 통해 시스템 전체 부피를 줄일 수 있을 것으로 기대됨

◆ 기술 · 산업적 파급 효과

- 기술 및 산업적 파급 효과
 - 산업용 고전압 전원장치의 효율 및 전력밀도 향상, 신뢰성 확보를 통해 국방, 의료, 환경 등 다양한 고전압 전원 응용분야에 기여할 수 있음