

나노 펄스 플라즈마 전원 장치

유효열, 심은용, 이승윤, 박형진, 조성만
(주) 다원시스

Nano Pulse Plasma Power Supply

Yoo Hyoyol, Shim Eunyong, Lee Seungyun, Park Hyungjin, Jo Seongman
Dawonsys Co, LTD.

ABSTRACT

소각로 배가스 탈황탈질 동시처리 시스템의 주요 장치인 나노 펄스 플라즈마 전원 장치(일명, Magnetic Pulse Compressor)의 상용화 성공과 향후 개선 방향에 대하여 논의한다.

1. 서론

대기오염물질중 질소산화물(NOx)과 황산화물(SOx)를 제거 위해 다양한 기술들이 개발 되었는데, 이러한 기술로는 배연탈황법(Flue Gas Desulfurization: FGD)과 선택적 촉매환원법(Selective Catalytic reduction: SCR), 그리고 저온 플라즈마를 이용한 탈황탈질 동시처리 기법이 있다. 이 중 설비 투자 비용이 가장 저렴하고 공정도 단순하지만 성능면에서도 우수한 저온 플라즈마를 이용한 탈황탈질 동시처리 기법이 계속 개발되어 오다 최근(2009년)에 상용화되었다.

본문은 저온 플라즈마를 이용한 탈황탈질 동시처리 시스템의 주요 장치인 나노 펄스 플라즈마 전원 장치의 기존 K-제철소에 설치되었던 개발품과 현재 P-제철소에 설치된 상용품의 차이를 비교하고 향후 개선 방향에 대하여 논의하고자 한다. 저온 플라즈마를 이용한 탈황탈질 동시처리 시스템의 설계 이론 및 방식에 대한 설명은 참고문헌을 참조하도록 하며, 본문에서는 제외한다.

2. 나노 펄스 플라즈마 전원 장치 비교

2.1 사양

나노 펄스 플라즈마 전원장치의 기본 설계 사양은 50,000 Nm³/hr의 배가스 처리가 가능한 평균출력 120kW로 설계되었다. 따라서 기본 성능은 개발품의 사양을 기준으로 상용품이 제작 되어 거의 동일하다.

표 1 나노 펄스 플라즈마 전원장치 사양

| 구분 | 개발품 | 상용품 |
|-------------|-----|-----|
| 평균 전력 (kW) | 120 | 120 |
| 최대 전압 (kV) | 150 | 160 |
| 최대 전류 (kA) | 10 | 10 |
| 펄스 폭 (nsec) | 500 | 500 |

2.2 구성

나노 펄스 플라즈마 전원 장치는 그림 1과 같이 Capacitor Charger와 MPC Tank로 구성된다. 기본 동작 방식은 Capacitor Charger에서 인가된 전압이 MPC Tank의 Pulse Transformer를 거쳐 승압이 되고, 2개의 Magnetic Switch(MS1, MS2)에 의해 압축되어 고전압 압축펄스가 발생하는 원리이다.

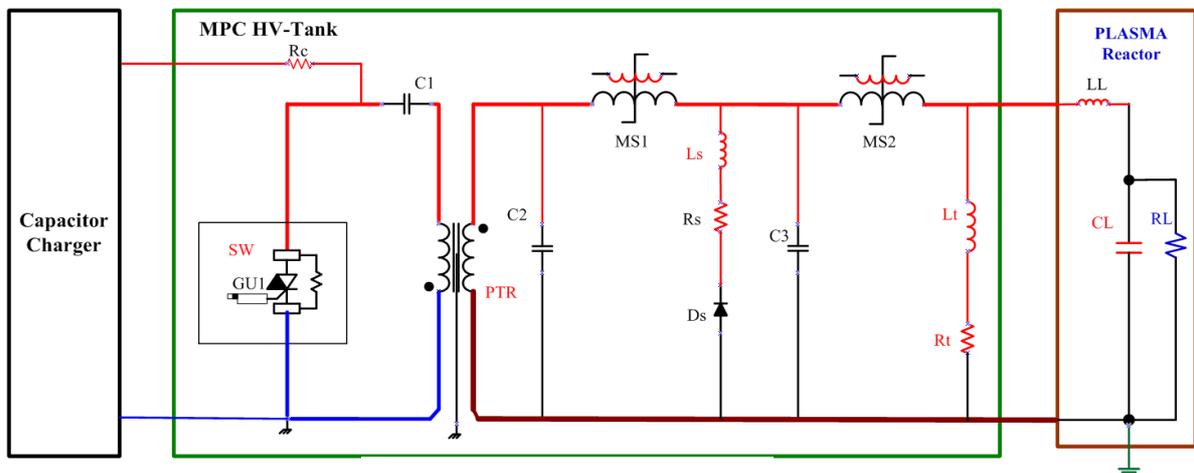


그림 1. 나노 펄스 플라즈마 전원장치 구성

2.2.1 개발품

나노 펄스 플라즈마 전원 장치 개발품의 기본 구성은 그림 2과 같이 Pulse switch 판넬, MPC Tank, 냉각 판넬로 구성되었다. Pulse Switch 판넬은 Pulse Switch, Charging Resistor, Spark Resistor, Tail Resistor로 구성되어 있으며, MPC Tank는 Pulse Transformer, Pulse Capacitor, Magnetic Switch, Spark diode, Spark Inductor, Tail Inductor로 구성되었다. 이 구성은 설치 공간 및 소자의 냉각 문제로 보완되었다.



그림 2. 나노 펄스 플라즈마 전원장치 개발품 구성

2.2.2 상용품

나노 펄스 플라즈마 전원 장치 상용품의 기본 구성은 그림 2과 같이 Pulse switch 판넬과 MPC Tank가 하나로 통합된 단일 구성으로 보완되었다(냉각 판넬 제외). 이로 인해 발열 원인인 저항들이 Tank내부로 들어가 냉각 문제를 해결하였으며, 크기도 개발품 전체 크기의 30%가량 축소되어 설치 공간도 작아졌다. 제품의 축소화되면서 각 부품의 이격이 중요시 되는데, 이격을 작게 하면 고전압 전원이기 때문에 소자가 내압이 발생할 수 있으며, 너무 크게 하면 라인 상의 인덕턴스 성분이 커져 제대로 된 성능이 나오기 어렵다. 이를 참조하여 제품을 제작하는 것이 나노 펄스 플라즈마 전원 장치의 주요 제작 기술이다.



그림 3. 나노 펄스 플라즈마 전원장치 상용품 구성

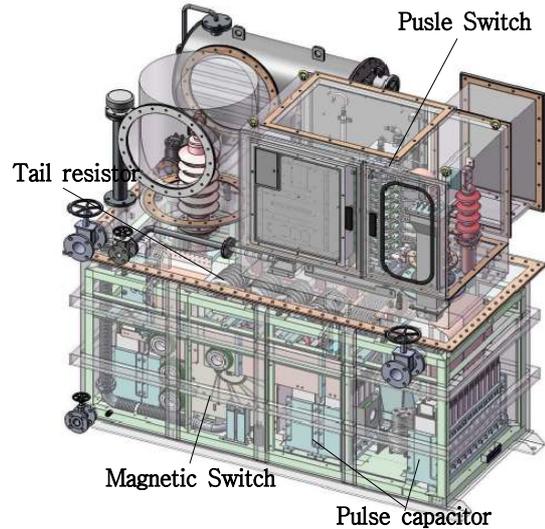


그림 4. 나노 펄스 플라즈마 전원장치 상용품 내부 소자 배치 및 구성

2.3 향후 개선 방향

수년간의 개발 끝에 상용화에 성공하였으나 아직도 해결해야 할 과제들이 많다. 첫 번째로 부품의 국산화이다. 기구 구성품의 대부분이 국산이지만 전원장치의 핵심인 전기 구성품(Pulse Switch, Pulse Capacitor, Resistor 등, 여기서, Pulse Switch는 6천~8천만원 상당의 고가 장비이다.)은 대부분 수입에 의존하고 있다. 두 번째로 장치의 축소화이다. 개발품보다 30%정도 축소화 되었지만, 여전히 냉각 판넬은 따로 구성되어 있어 각각 다른 공간에 배치되어 설치 공간도 넓고, 연결 배관의 누유 가능성도 크기 때문에 유지 관리에도 어려움이 따른다. 마지막으로 최적의 성능을 구현하기 위한 내부 인덕턴스의 최소화이다. 나노 펄스급의 출력이기 때문에 인덕턴스 성분에 많은 영향을 받는다. 현재 제작된 상용품도 최적화되어 있지만, 부품 개발 및 부품 배치 및 연결 방식등의 개선으로 인덕턴스 성분을 더욱 최소화하여 최적의 성능을 얻어야 한다.

3. 결론

저온 플라즈마를 이용한 소각로배가스 탈황-탈질 동시처리 시스템이 2009년 국내 최초로 상용화되었다. 앞으로도 대기오염물질 처리 문제를 안고 있는 많은 국내의 발전소 및 기관들이 이 시스템을 도입하리라 예상된다. 하지만 아직도 풀어야 할 과제들이 많다. 앞에서 거론한 개선 방향은 그 일부이며, 나노 펄스 플라즈마 전원장치 뿐만 아니라 이 시스템을 이루는 모든 장치 및 설비들이 같이 개선되어야 한다.

참고 문헌

- [1] 조무현, 이용환, 오종석, 최강호, 김민호, "고전압 나노 펄스 시스템을 이용한 소각로배가스 탈황-탈질 동시처리 시스템 실용화 연구," 전력전자학회지 제8호, pp21-26, 2003.