

활선염해 측정장치 개발연구 (II)

김희제[○], 진윤식, 이홍식, 윤진열*, 주병수*, 정상진*
한국전기연구소, *한전기술연구원

A Study on the Laser Salt-meter (II)

H. J. Kim[○], Y. S. Jin, H. S. Lee, J. Y. Yoon*, B. S. Joo*, S. J. Chung*
KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
* KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION RESEARCH CENTER

Abstract

Insulators contaminated by salt particles may cause flashovers in humid climate or light rain. Therefore, the quantity of salt on insulators should be monitored not to exceed a critical value. We propose a new remote sensing technique to measure the quantity of salt on insulators of power systems. The amount of the salt is measured from the intensity of the spontaneous emission from the sodium atoms.

In this paper, a compact remote on-line salt-meter composed of Q Switch pulsed Nd:YAG laser and emission signal detection system will be introduced. And as the first result of this study, the operating characteristics of our developing laser system is also introduced.

1. 서론

가압비등 승현 탈찌에는 발전전소나 송전선에 사용되고 있는 예자의 표면에 부착된 염분이 전연불량을 유도하여 심락사고를 일으킬 수 있다.⁽¹⁾ 따라서, 정기적으로 염분부착량을 측정하여 그것이 오염목표치를 초과하지 않도록 감시해야 한다.

기존의 염분부착량 측정법에는 필세법이나 자동측정장치가 이용되고 있으나, 이들 방식은 실사용예자의 부근에 동인조건으로 설치된 파일롯트 예자의 염분부착량을 구하여 실사용예자의 염분부착량을 추정하는 것이다.

본 연구에서는 기존의 방법과는 달리 고전압이 인가되어 있는 실사용예자에 비침촉 및 원격적인 방법으로 직접 측정하는 방식이다. 즉 Q 스위치 펄스형 Nd:YAG 레이저의 광을 헬리메이트로 집광하여 예자표면에 조사시킨다. 이 때, 레이저광의 조사파워밀도(플루언스)가 어느 값이상으로 되면, 레이저 조사시의 열적어기에 의하여 염분(NaCl)이 Na와 Cl로 해리되고, 이기된 나트륨(Na) 원자로부터 파장 590 nm 의 자연방출광이 발생된다. 이것을 구경 200 mm의 망원수광계로 집광하여 광파이버 나발로 유도한 다음 간섭필터를 거쳐 베그노이즈 성분을 제거한다. 이 신호를 광전자증배관을 거쳐 전기신호로 변환한 다음, 이 값으로부터 염분부착량을 구할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 염분부착량을 측정하기 위하여 저자들이 직접 설계 및 제작한 레이저 시스템의 소개 및 실제로 오손예자에 적용하기 위한 Q 스위치 펄스형 Nd:YAG 레이저의 동작특성 분석 및 향후 발전방향에 대하여 간략히 소개한다.

2. Q 스위치 펄스형 Nd:YAG 레이저 특성

그림 1에 레이저 공진기의 구성도를 보인다. 공진기의 전체 길이는 약 60 cm 이며 레이저 헤드부는 이중타원의 중앙에 Nd:YAG 로드, 양가에 두개의 플레쉬렌프가 놓이는 구조이다. Q 스위치(포커스 셀 및 구동장치) 및 편광자는 레이저빔 펄스폭을 10 ns 정도로 줄이 피크출력을 높이기 위한 것이다. 조리개는 발생된 레이저빔을 기본모드화 시키기 위한 것이며, 전반사 및 반반사경은 모드에 집광된 광을 강제로 유도방출로 이끌어 원하는 파장의 펄스빔을 만들어 낸다.

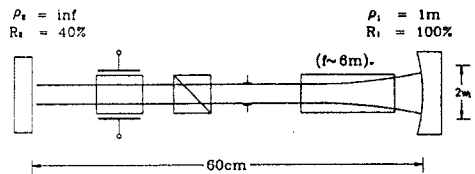


그림 1. 레이저 공진기의 구성도

그림 2에 플레쉬렌프 전류파형과 Q 스위치 지연시간을 보인다. 이 결과에서 지연시간 약 100 us, 1/4 파장전압 3.5 kV에서 펄스폭 약 10 ns로 가장 좋은 결과를 얻은 것을 알 수 있다. 공진기내에 포커스 셀 및 편광자를 삽입하여 발전시킨 경우를 예비 Q 스위치 발진이라고 하며, 포커스 셀에 지연시간 및 1/4 파장전압을 인가한 경우를 Q 스위치 발진이라고 한다. 그림 3에 이 두가지 경우의 입력에너지에 대한 출력에너지지를 보인다.

그림 4에 입력에너지에 대한 Q 스위치 레이저 플루언스 [출력에너지/(레이저펄스폭x펄스조사면적)]와 펄스폭에 대한 실험결과를 보인다. 레이저 플루언스는 최대 75 MW/cm²이

므로 오손에자 표면의 염분을 증발, 해리시키는 데 필요한 수십 MW/cm² 이상이 얻어져 실제 열해측정 장치에 적용할 수 있음을 확인하였다.⁽²⁾

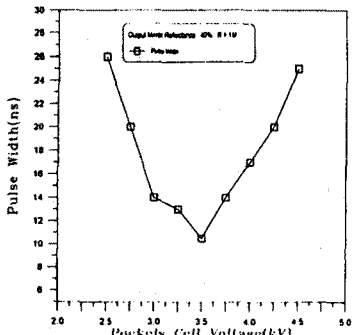
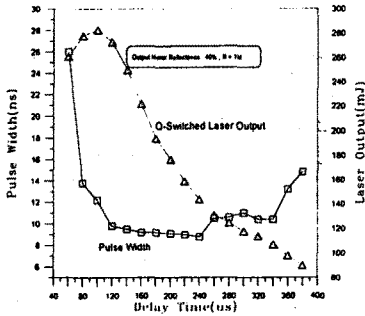
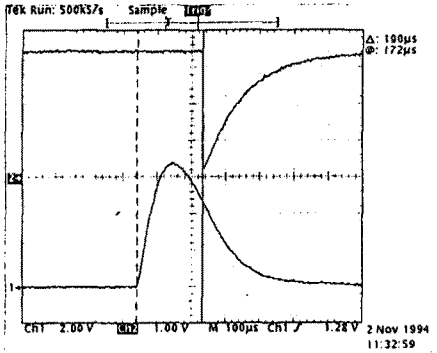


그림 2 플래쉬램프 전류파형 및 Q 스위치 지연시간

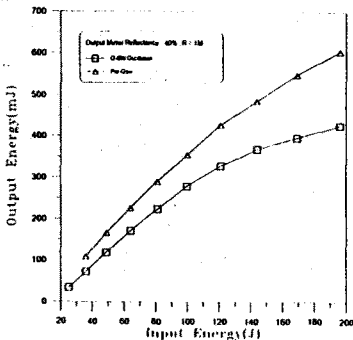


그림 3 예비 Q 스위치 및 Q 스위치시의 출력특성

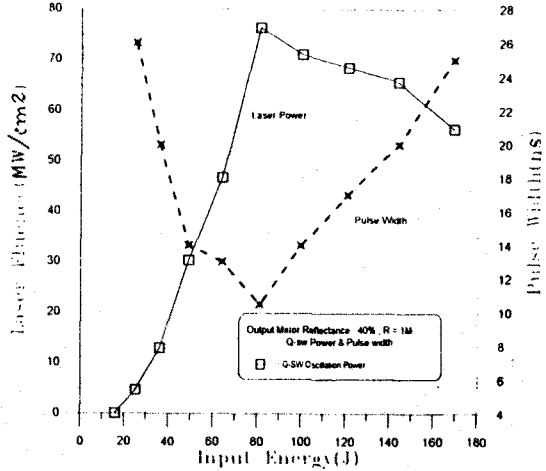


그림 4 입력에너지에 대한 Q 스위치 레이저출력

3. 활선염해 측정기 설계 및 제작

활선염해 측정기의 전체구성은 크게 레이저빔 발생부 및 나트륨 발광을 받기위한 수광부로 이루어진다.

본 연구에서 설계 및 제작한 활선염해 측정기의 구성을 그림 5에 보인다. 즉, 예자에 부착된 염분을 증발, 해리시킬 수 있는 파워밀도와 신뢰성을 가진 Q 스위치 Nd:YAG 레이저빔 발생부, 이 레이저빔 조사로 인하여 염분이 기화하여 Na와 Cl로 해리되어 여기된 나트륨 원자로부터의 자연 방출광을 수광하기 위한 망원수광부로 구성된다.

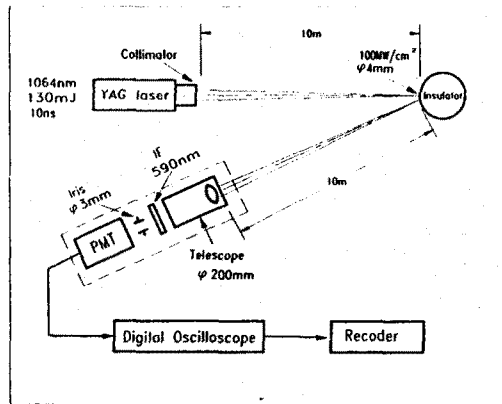


그림 5 활선염해 측정기의 구성도

4. 결론

새로운 원리에 기초한 레이저용용 확산입해 측정기를 설계 및 제작하여 그 기본적인 구성 및 1차적인 결과를 소개하였다. 특히, Q 스위치 펄스형 Nd:YAG 레이저의 설계 및 제작을 통하여 얻어진 시제품의 동작특성을 측정한 결과, 발전된 Q 스위치 레이저 펄스폭이 10 ns 내외이며, 단위면적당 최대출력 75 MW/cm² 를 얻음으로서 실제의 오손에자에 부착된 입분을 측정할 수 있는 레이저 특성으로서 손색이 없다는 것을 확인하였다.

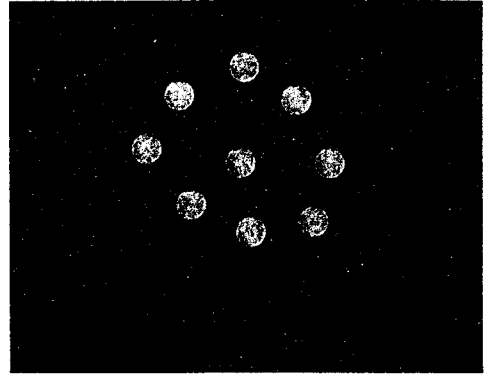
금후, 실제의 오손에자에 적용한 실험을 통하여 에자손상의 문턱치가 되는 레이저빔 플루언스, 나트륨원자의 건출한계, 측정거리 및 레이저빔 스폿트경의 최적화등에 대한 검토가 필요하다.⁽³⁾

이 실험을 통하여 얻어진 결과를 기존의 측정법에 의하여 얻어진 결과와 비교분석하여 상관관계를 구함은 물론, 최종적으로 자연상태의 오손에자에 적용하는 연구를 계속해 나갈 계획이다.

참고문헌

- (1) "진력실미 입진해 대책에 관한 연구(III)", 한국전력공사 기술연구원 연구보고서 최종판
- (2) 藤吉晋一郎 外, "レザ障害観測装置の開発", 日本レザ研究, 第 20卷, 第 12號, 1992, pp 955-962
- (3) 진윤식, 김희재, 정상진, 윤진영, "확산입해 측정장치 개발 연구", 94년도 하계학술대회 논문집 C, 1994, pp 1636-1638

부 록



정상발전시의 빔 패턴



Q 스위치 발전시의 빔 패턴