Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 15, No.3, pp. 74~82 May 2001 논문 15-3-10

오손도 자동측정장치 개발을 위한 기초연구

(A Fundamental Investigation to Develope a Automatic Apparatus for Contamination Measurement)

최남호* · 한상옥**
(Nam-Ho Choi · Sang-Ok Han)

요 약

유지·보수를 위한 비용과 선로의 안정성과 신뢰성을 저해하는 정전 등의 사고를 감소시키기 위해서는 오손정도에 대한 정확한 측정이 선행되어야만 한다. 그러나, IEC 60815 등을 통해 추천되어 많은 연구에 있어 사용되어 온 수동 필세법은 인력, 비용, 측정오차 등의 측면에 있어 많은 문제점을 지니고 있다. 이에 본 연구에서는 옥외환경에서 사용되는 애자표면의 오손정도를 측정할 수 있는 새로운 형태의 자동측정장치의 개발을 목적으로 한 일련의 연구를 수행하고자 한다. 장비의 설계 및 평가를 위해 FLUX 2D를 이용한 시뮬레이션과 인공오손과 관련한 다양한 실험을 수행하였다. 이와 같은 노력의 결과, 새로운 형태의 오손도 자동측정장치의 개발에 있어 중요한 것으로 사려되는 몇몇 결론을 얻을 수 있었다.

Abstract

To reduce the maintenance expense and the possibility of electric outage and/or accident, which causes the decrease in stability and reliability of transmission/distribution line, most of all, accurate measurement for the degree of contamination should be preceded. But the conventional method (brush wiping method), which is recommended in IEC 60815, has some significant problem in the aspect of man power, expense, error, and so forth. In this investigation, we purpose the development of a new type automatic measuring apparatus, which could measure the degree of contamination on the surface of insulator in outdoor condition. To design and evaluate the apparatus, a FLUX 2D is used, and various laboratory tests, artificial contamination tests, were carried to proof the actual performance. With the result of these effort, we can get the meaningful conclusion to develope a new type automatic apparatus for contamination measurement.

1. 서 론

과거의 경우와는 달리 최근의 전력산업은 양적인 측면뿐만 아니라 질적인 측면 즉, 안정성 및 신뢰성 등에 대한 요구가 점차 증대되어 가고 있다.

한편, 전력기기 및 설비와 관련한 각종의 분야에 있어 지난 수 십년간의 부단한 노력의 결과, 우리나라의 기술력은 일정 이상의 수준에 도달한 것으로 인식되고 있다[1].

이러한 추세로 인해 전력계통에 대한 고도의 안정성 및 신뢰성 확보를 위한 각종 연구의 흐름도 전력

* 정회원 : 충남대 전기공학과 박사과정
** 정회원 : 충남대학교 전기공학과 교수
접수일자 : 2001년 3월 6일

기기의 열화진단(aging diagnosis)이나, 자연 및 환경요인에 의한 사고예방 등과 관련한 분야로 변화되어 가고 있다.

전력설비는 그 고유의 특성으로 인해 옥외 환경에 노출되는 경우가 많고, 불가피하게 각종 오손요인의 영향하에 놓이게 된다. 한반도의 경우에 있어 오손요인은 크게 다음과 같이 나누어 살펴볼 수 있다[2][3].

첫째, 지리적 요인(geographical factor), IEC를 비롯한 각종의 오손관련 규격에 있어서도 해당지점의 지리적 요인은 오손도의 설정에 있어 가장 기본이 되는 것으로 간주되고 있다. 우리나라는 지리적으로 반도라는 특성을 지니고 있다. 즉, 북쪽을 제외한 삼면이 바다이며 해안선이 길고, 다수의 섬을 포함하고 있어 염해에 노출되기 매우 용이한 특성을 지니고 있다.

둘째, 기후적 요인(climatical factor), 한반도는 Monsoon의 영향하에 있으며 봄철의 경우 황사 등의 영향을 받으며, 최근 그 정도가 점차 심화되는 경향을 보이고 있다. 황사와 같은 불용성 오손물은 절연물의 전기적 특성변화에 크게 기여하지는 못하지만 고유의 흡습성(hygroscopic property)으로 인해 저습상황에서 각종 염류의 이온화 및 절연물의 절연내력감소에 크게 기여하게 된다.

이외에도 한반도는 한해 3개 정도의 태풍으로부터 영향을 받는다. 태풍은 일반적인 계절풍의 경우와는 달리 다량의 해염 오손물을 내륙 심부까지 이동시키는 특성을 갖으며, 상대적으로 단시간에 걸쳐 발생하여 급속 오손을 일으키게 된다.

셋째, 환경적 요인(environmental factor), 산업의 발달에 따라 경인지역, 남동임해공단지역, 여천공단 등을 중심으로 급격한 환경오염이 발생하였으며 이와 연관된 것으로 추정되는 각종의 사고가 최근 급증하는 추세에 있다.

한편, 최근에는 각종 요인의 조합에 따른 상승효과(synergy effect) 또한 커다란 문제로 제기되고 있다. 우리나라의 경우, 각종의 산업단지(industrial complex) 및 대도시(metropolitan city)가 해안을 중심으로 형성되어 있으며, 대형 전력설비의 경우 운용의 편의를 위해 해안가에 위치하고 있는 경우가 대부분이다. 그럼에도 불구하고 대부분의 연구는 염해를 중심으로 이루어지고 있으며 이는 장기간에 걸친 운전경험 및 사고사례와 무관하지 않다[4].

이와 같은 특성을 지니는 오손관련 사고와 이로 인한 각종의 경제적 손실을 방지하기 위해서는 정확한 지역별 염해오손도 측정과 각종 환경요인의 연계분석을 통한 전력설비의 절연설계가 무엇보다도 절실히 요구되어 진다. 그러나, 기후적 특성과 밀접한 관련성을 지니는 대부분의 현상은 태양의 흑점주기(약 11.2년)와 밀접한 연관성을 지닌다. 즉, 장기간의 측정 데이터를 통한 통계처리가 요구되어 지지만, 현실적인 측면에 있어 이러한 접근은 불가능하다.[4]

다른 한편으로, 비교적 면적이 좁은 것으로 인식되고 있는 우리나라의 경우도 각 지역에 따른 기후편차가 매우 크게 발생하므로 전지역의 오손도 분석을 위해서는 일정 이하의 간격을 설정하고 각 개소마다 정기적 측정을 수행하여야 한다. 과거 1980년대 수행된 한국전력공사의 염진해 오손관련 과제의 경우 300여 개소에 대한 수동측정 데이터를 바탕으로 각종의 결과를 도출하였으며 현재 진행중인 과제의 경우도 약 150개소에 대한 수동측정을 수행하고 있다.[4]

이와 같이 다수의 개소에 대한 수동측정을 수행하기 위해서는 무엇보다도 많은 인력을 필요로 한다. 특히, 측정데이타의 신뢰도 향상을 위해서는 비교적 기후특성이 일정한 단기간 내에 전체 개소에 대한 측정이 완료되어야만 하고, 이를 위해서는 막대한 인력 및 비용을 소요된다.

그러나, 많은 인력이 동시에 투입되는 경우에 있어서도 human error의 증대로 인해 일정수준의 오차가 증대하게 되므로 경제적 측면에 있어서나 데이터의 신뢰성 측면에 있어 수동오손도 측정방법은 많은 문제점을 지니고 있다고 할 수 있다.

한편, 기존의 자동오손도 측정장치는 수동측정방식에 비해 높은 신뢰성을 보이고 있다. 그러나, 장치의 크기가 매우 크고, 비교적 많은 전력을 소비하여 산간 등과 같은 지역의 경우 적용하기 곤란하다. 또한, 경제적 측면에 있어서도 다수의 개소에 동시에 적용함으로써, 전체적인 오손도의 분포특성을 파악하기에는 제약이 따른다.

따라서, 본 연구에서는 기존의 다양한 오손도 자동측정장치의 원리 및 동작특성에 대한 분석을 수행하였으며, 그 결과를 바탕으로 기존의 자동측정장치를 대체하고 연구의 경제성 및 데이터의 신뢰성을 확보하기위해 수행된 일련의 연구결과를 제시하고자 한다.

2. 오손도 측정장치

오손도 자동측정 장치는 일반적으로 다음과 같은 사항을 필요로 한다. 첫째, 현장에의 설치 및 동작은 물론 유지보수가 용이한 형태이어야 한다. 둘째, 누적오손량에 대한 측정이 가능해야한다. 셋째, 태풍 등에 의한 급속오손에 대처할 수 있어야한다. 그러나, 기존의 오손도 자동측정장치들의 경우 이상의 조건을 만족시키지 못하거나, 기기의 동작 안정성이 매우 부족한 경우가 많았다. 국내외에서 개발된바 있는 대부분의 오손도 자동측정장치는 표면누설전류(표면저항)의 변화를 이용한 것과 표면의 광학적 특성변화를 이용한 것 등으로 나누어 살펴볼 수 있다[4].

절연물의 표면저항은 (상대)습도에 크게 의존하게 되며, 건조시에는 오손정도에 거의 무관한 미소전류만이 형성되게 된다. 그러므로, 별도의 습윤장치를 요구하게 된다. 표면누설전류의 변화를 이용한 가장 대표적인 장치인 일본 NISHUMU ELECTRONICS INDUSTRIES CO., LTD의 제품의 경우 습윤을 위해 증기발생기(steam chamber), 수조(water tank), 외함 등으로 구성되는 증기챔버(steam chamber)를 구비하고 있으며, 과도한 결로(condensation)에 의한 오손물의 탈락을 방지하기 위해 건조한 고온의 공기를 공급할 수 있는 송풍기를 갖추고 있다. 그림 1은 NISHUMU ELECTRONICS사의 현수형 측정장치의 일부를 보이고 있다.

그림 1. 표면누설전류를 이용한 상용 염 오손도 측정장치(ニツム電子의 현수형 검출기)
Fig. 1. Measuring apparatus for salt contamination with surface leakage current, suspension type detector of NISHUMU Electronics Co., JAPAN

효율적인 측정을 위해서는 위와 같은 각종의 부대설비를 필요로 하여, 전체적으로 장치의 규모가 증대되고 습윤을 위한 물의 공급을 위해 정기적으로 각 개소를 순회해야만 하는 불편함을 지니고 있고, 결로에 의한 오손물의 탈락이 발생하지 않도록 조절하는 것도 용이한 것은 아니다.

한편, 수용액의 전도도는 온도의 변화에 매우 민감하게 반응하므로 이를 정량화하여 비교하기 위해서는 일정한 보정과정을 거쳐야만 한다. 가장 대표적인 방법으로는 IEC 60507의 보정방법이 있다. 식 (1) 및 표 1은 IEC 60507의 보정방법을 제시하고 있다[5].

$$\sigma_{20} = \sigma_{\theta}[1-b(\theta-20)] \quad (1)$$

여기서,

θ 는 측정 용액의 온도, [℃]

σ_{θ} 는 θ ℃에서 용액의 체적전도도, [S/cm]

σ_{20} 는 20℃에서 용액의 체적전도도, [S/cm]

b 는 온도에 따른 보정 계수, 표 1참조

표 1. 온도에 따른 염 수용액의 전도도 보정 계수
Table 1. Factor to correct the conductivity of salt solution with temperature

θ [℃]	b
5	0.03156
10	0.02817
20	0.02217
30	0.01905

이와 같이 제시된 IEC 60507방법은 5 ~ 30℃의 범위에서 적용이 가능하며 제시되어 있지 않은 온도에 따른 보정 가중치는 보간법(interpolation)을 통해 구하도록 하고 있다. 즉, 누설전류를 통한 방법은 앞서 제시한 각종 부대설비뿐만 아니라 데이터의 처리 측면에 있어서도 다양한 제약이 따르며, 이와 같이 복잡한 절차는 설비의 가격상승과 데이터의 신뢰도 저하라는 부정적 결과의 원인이 된다.

광학적 특성변화를 이용한 오손도 측정장치는 크게 애자의 표면에 부착되어 있는 염분을 증발, 해리시킬 수 있는 정도의 밀도와 신뢰성을 지니는 레이저를 사용하는 방법과 오손에 따른 프리즘 표면의

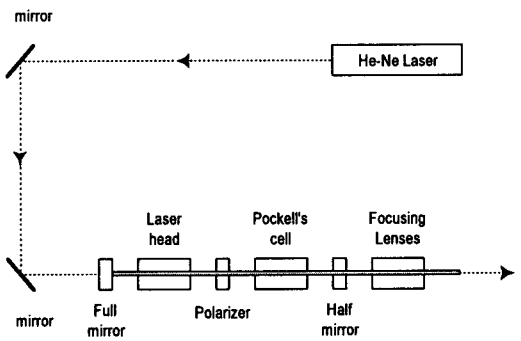


그림 2. YAG 레이저를 이용한 염 오손도 측정장치
Fig. 2. Measuring apparatus for salt contamination with YAG laser

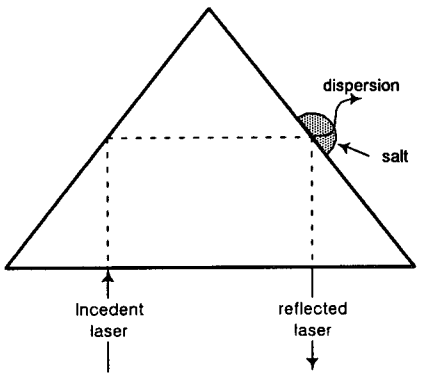


그림 3. 프리즘을 이용한 염 오손도 측정장치
Fig. 3. Measuring apparatus for salt contamination with prism

반사각변화를 통해 오손정도를 측정하는 방법으로 나누어 살펴볼 수 있다. 그림 2는 고밀도 레이저를 이용한 오손도 측정장치의 개념도를 보이고 있다[6].

강력한 레이저를 이용하는 방법은 발광부와 수광부 및 데이터 처리부 등으로 구성되는 것이 일반적이며, 레이저의 조사에 의해 염분이 기화하여 Na와 Cl로 해리되어 여기된 Na원자로부터의 자연방출광을 수광하는 원리를 가지고 있다. 그러나, 일반적인 애자, 부싱, 애관 등과 같은 절연물의 형상은 곡면을 위주로 구성되어 있고 비교적 원거리에 존재하기 때문에 발광부와 수광부를 설치하는데 있어 고도의 정밀도를 요하게 된다. 또한, 고밀도 레이저 발생장치의 특성으로 인해 설비의 전체적인 크기가 매우 커지기 때문에, 해안지역은 물론 산간지역에도 위치하는 각종 송배전 설비에 대한 운용이나 측정장치의 관리에 있어 곤란한 점이 있다.

또한, 실적용되는 애자의 경우 계통전압과 오손등급 등을 감안하여 다수의 애자를 연결하여 사용하게 되는데 바람 등과 같은 외부요인에 의해 다소 동적인 특성을 갖게 된다. 즉, 실험실 조건에서와 같이 근접한 위치에서의 정적인 대상물에 대한 측정의 경우와는 달리 옥외 환경에 적용하고자 할 경우에는 발광부와 수광부 간의 배치가 매우 곤란하게 된다.

프리즘 표면의 반사각 변화를 통해 오손정도를 측정하는 방법은 프리즘에 입사된 레이저 광의 전반사 특성을 이용하며 측정원리는 그림 3에 제시된 바와 같이 100[%] 반사면을 갖는 프리즘에 입사광을 부여되면 표면의 상태(염분의 부착정도)에 따라 산란되는 정도가 달라져 반사되어 돌아오는 광량이 변화하게 되고 수광부에서는 반사광의 정도를 검출하고 그 차를 이용하여 염분 오손도를 측정하는 방법이다[4].

프리즘을 이용한 오손도 측정장치는 건조시에는 비교적 양호한 동작특성을 나타내는 것으로 알려져 있으나, 응축이나 강우 등의 요인으로 인해 표면이 습윤된 경우에는 동작특성이 매우 불량한 것으로 알려져 있다.

3. 전도도 센서

3.1 설계 및 제작

본 연구에서는 2절을 통해 제시된 각종의 오손도 자동측정방법에 대한 고찰을 통해 절연물의 전기적 특성 평가를 위한 최적의 방법으로 표면누설전류(표면저항)의 측정을 통한 오손도 측정 장치 및 캐패시턴스 변화에 따른 오손도 측정장치를 선정하고, 간이로 장치를 설계 및 제작하여 그 특성을 검증하였다. 그림 4는 제작된 inter-digital type의 전도도 센서의 전극을 보이고 있다. 전극은 에칭공정을 이용해 형상을 제작한 후 내구성을 확보하기 위하여 금도금(gold coating)처리를 수행하였다.

제작된 측정장치의 오손도에 따른 기본적 동작특성을 조사를 통해 염분농도에 따라 (1차) 직선적인 우수한 특성을 갖음을 확인하였다. 그러나, 전원(DC 15V), 염분농도(500~2000 μS/cm) 등의 조건하에서 전극이 쉽게 산화되는 특성을 나타내었다.

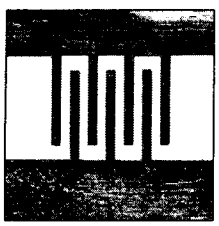
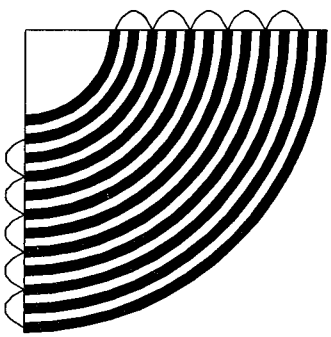


그림 4. 표면누설전류 측정을 위한 전극형상
Fig. 4. Electrode to measure the surface leakage current



(a) Schematic diagram

(b) Fabricated electrode

그림 5. 표면누설전류 측정을 위한 동심원형 전극
Fig. 5. Concentric cycle type electrode to measure the surface leakage current

이상의 경험을 바탕으로 전계의 분포를 최대한 균일하게 처리하여 동심원형 전극을 제작하였다. 그림 5는 동심원형 전도도 센서의 개념도 및 실물 사진(일부)을 보이고 있다.

제작에 사용된 기판은 내경 60[mm], 외경 180[mm]의 원판형 절연체(글라스 에폭시; FR-4)가 사용되었으며, 그 위에 50개의 동심원전극을 에칭을 통해 제작하였다. 한편 입력은 AC 40[V]를 사용하였으며 각각의 전극은 배면의 전극을 통해 교번하여 접속시켜 사용이 용이한 구조를 갖도록 하였다. 또한, 그림 4의 전극과 같이 동으로 제작된 전극의 내구성을 고려하여 금도금 처리하였으며 전압인가후 습윤에 따른 누설전류의 변화추이는 10[kΩ]의 기준저항을 통하여 관측되었다.

3.2 결과 및 고찰

본 실험에서 사용한 조건은 3000μS의 오손용액을 제조하여 3-5회 센서부에 분무, 건조후 가습기를 사용하여 간이형 챔버내에서 습윤시켰으며 실험후 센서부에 부착된 염분의 양을 정량화 하기 위하여 400cc의 증류수를 이용하여 72π[cm^2]의 면적을 세정하여 4.0, 4.4[μS/cm]의 전도도를 얻었다.

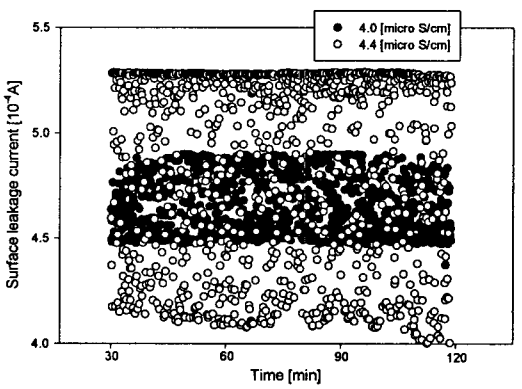
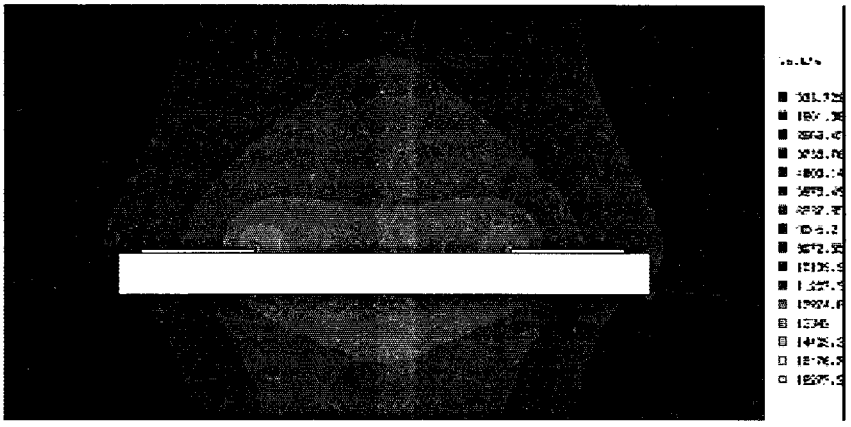


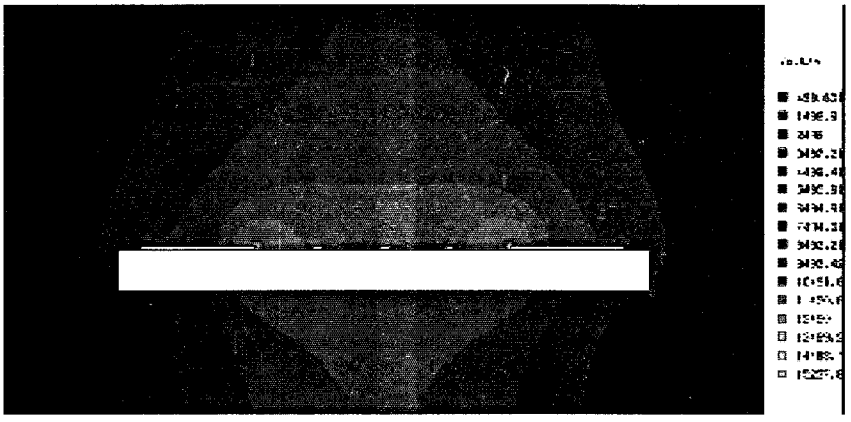
그림 6. 습윤에 따른 누설전류의 분포도
Fig. 6. Scatter plot of leakage current with wetting

비교적 우수한 신뢰도를 확보할 수 있는 실험실 조건하에서의 실험을 수행한 결과 오손도에 따른 표면누설전류의 값은 비교적 일치하는 경향성을 보였으나, 그림 6에 보인바와 같이 전극간 방전에 따른 데이터의 급격한 변화가 관측되었으며 일부영역에 있어서는 과도한 방전으로인한 표면전극의 손상 등도 관찰되었다.

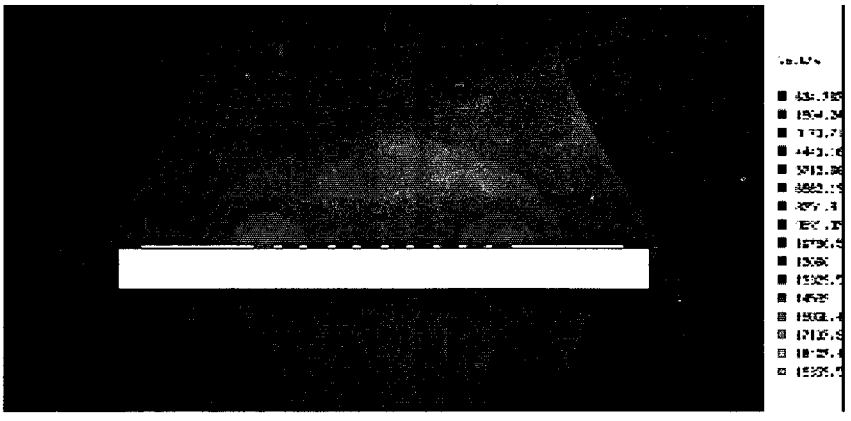
이와 같은 현상은 전극의 제작불량(돌출부)에 따른 부분방전의 발생이나, 습윤 → 누설전류의 증대 → 수분의 증발 → 건조대 형성 → 전계집중 → 건조대방전과 같은 일련의 메커니즘에 의해 발생될 수 있으나, 전체적인 실험 조건을 고려할 때 건조대방전에 의한 현상으로 판단하고 이를 개선하기 위한 방



(a) no intermediate electrodes



(b) 3 intermediate electrodes



(c) 9 intermediate electrodes

Fig 7. Electric field distribution with the number of intermediate electrode

안으로 중간전극을 적용하였다.

그림 7은 중간전극의 수에 따른 전계분포를 보이고 있다. 주전극 간의 넓이는 6.75[mm]이며, 중간전극의 폭은 기존 제품의 특성을 감안하여 0.25[mm]로 설정하였으며, 전극간 거리는 전체길이를 감안하여 등간격이 되도록 하였다. 모든 전극의 재질은 simulation tool의 특성을 고려하여 이상적인 도전재료로서 설정하였으며, 기판의 재질로는 알루미나(Al2O3)를 채택하였다.

중간전극이 삽입되지 않은 경우 중간전극 영역의 전계강도는 약 3735[V/m]의 값을 나타내었으나, 중간전극의 증가에 따라 점차 감소하는 경향이 두드러지게 관찰되었다. (중간전극 3개인 경우 : 3497[V/m], 중간전극 9개인 경우 : 3173[V/m]) 기존의 상용 제품의 경우 0.25[mm]의 폭을 갖는 13개의 중간전극이 적용되었으며, simulation을 통해 살펴본 경우 중간전극 영역의 전계강도가 약 2919[V/m]까지 감소하는 특성을 나타내었다.

중간전극의 적용으로 인한 전계강도의 감소효과로 인해 측정데이터가 급변하는 것(부분방전의 발생)을 방지할 수 있으며, 오손정도에 따른 감도를 크게 증대시키는 역할을 할수 있는 것으로 판단된다.

3.3 누적오손 측정장치의 제안

앞서 제시한 바와 같이 오손도 자동측정장치는 누적오손량에 대한 측정이 가능해야 하며 온도 및 습도등과 같은 주변환경조건을 감안하여 보정과정을 수행할 수 있는 형태이어야 한다.

이에 본 연구에서는 간단한 전압제어를 통해 냉각 및 가열을 동시에 수행할 수 있는 펠티어 모듈위에 전도도센서를 형성시키고 그림 8과 같은 측정메커니즘을 이용하여 오손물의 누적은 물론 결빙을 방지하는 등의 부수적 특성을 확보할 수 있는 측정시스템을 제안하고자 한다.

4. 용량형 센서

4.1 설계 및 제작

용량형 센서는 3.1절을 통해 제시된 전도도 센서의 내구성을 근본적으로 개선하기 위해 설계되었으며 절연층을 제외한 전체적인 구성은 전도도 센서와 동일하다. 그림 9는 용량형 센서의 전극시스템을 보이고 있다.

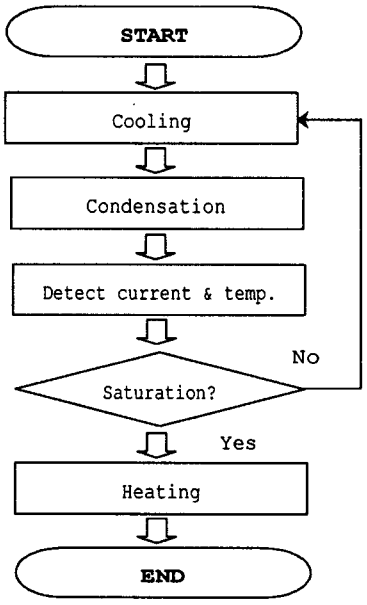


그림 8. 오손도 자동측정장치의 측정과정
Fig. 8. Measuring process of automatic measuring apparatus for contamination

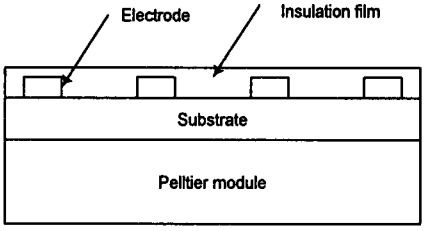


그림 9. 콘덴서형 오손측정기의 전극시스템
Fig. 9. Electrode system for condenser type pollution meter

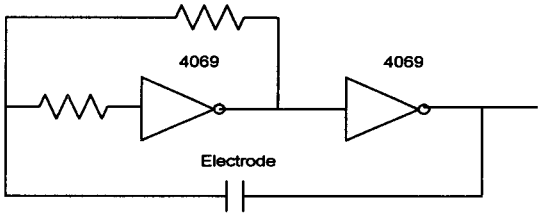


그림 10. 공진주파발진 회로
Fig. 10. Circuit to generate the resonant freque-ncy with the change of the capacitance

일반적인 경우 용량값을 직접적으로 측정하는 것은 전압, 전류, 주파수 등의 측정에 비해 여러 가지 난점이 존재하므로 그림 10과 같은 전극의 용량값에 따라 변화된 주파수를 발생시키는 공진주파 발생 회로를 구성하였다.

또한 온도를 일정하게 유지 및 조절하기 위하여 그림 11과 같은 온도조절 회로를 구성하였으며, TEC 사용 센서로는 Cam type의 TR을 사용하였다.

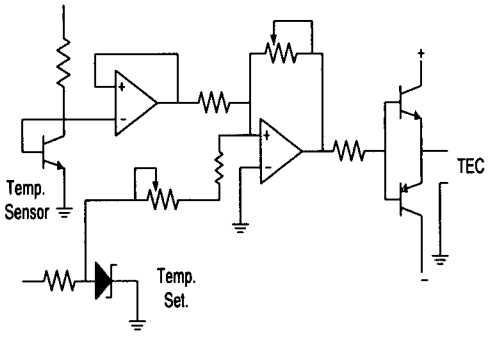


그림 11. 온도제어회로
Fig. 11. Temperature control circuit

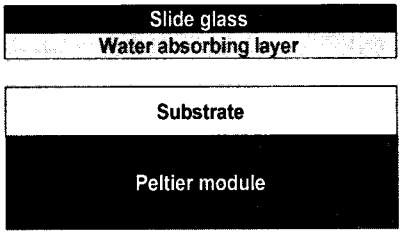


그림 12. 염 수용액의 전도도에 따른 용량값 측정
Fig. 12. Measurement of capacitance with the conductivity of salt solution

오손액의 전도도에 따른 경향성 및 감도를 파악을 위하여 전극 전면을 덮는 크기(15×30[mm])의 흡습지를 전극상부에 위치시키고 일정용량(0.1 [cc])의 오손액을 가하였다.

또한 흡습지와 전극간의 기공 등에 의한 캐패시턴스 값의 변화를 고려하여 그림 12와 같이 슬라이드 글라스를 흡습지 상부에 취부하여 균일한 부착율을 유지하였다.

4.2 결과 및 고찰

기판의 온도를 20℃로 유지하고 오손액을 가하지 않은 상태에서의 공진주파수는 fair = 248.960 [kHz]로 측정되었다. 그림 10에 보인 RC회로에서 R =100 [kΩ]이므로, 오손액을 가하지 않은 경우(공기)의 용량값은 다음의 식으로 주어진다.

$$C = 1 / (Rf) = 40.17[pF] \quad (식\ 2)$$

표 2 및 그림 13은 용액의 농도에 따른 공진 주파수 및 용량 값의 변화를 보이고 있다.

표 2. 용액 전도도에 따른 공진주파수 및 캐패시턴스
Table 2. The change of resonant frequency and capa- citance with the conductivity of solution

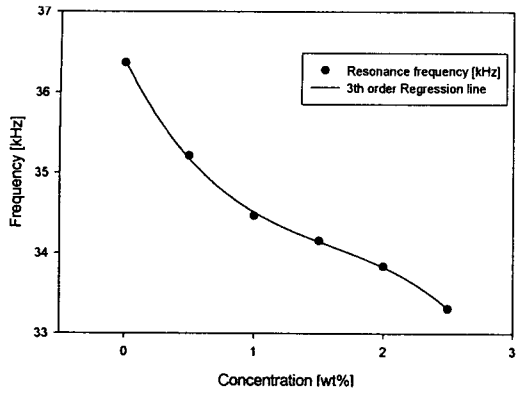
Concentration [wt%]	Frequency [kHz]	Capacitance [pF]
0	36.368	274.97
0.5	35.216	283.96
1	34.469	289.89
1.5	34.160	292.74
2	33.840	295.51
2.5	33.312	300.19

표 2 및 그림 13를 통해 제시된 결과를 통하여 발진주파수를 사용한 오손도 측정결과의 가능성을 살펴볼 수 있었다.

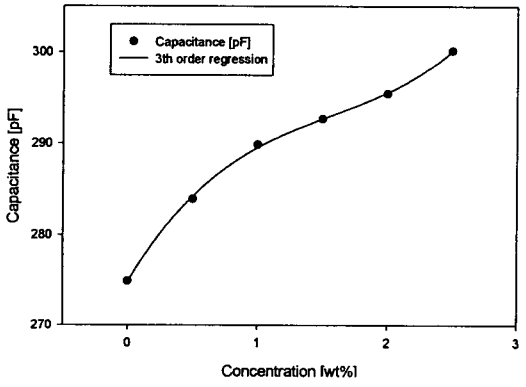
한편, NaCl이 전력설비 장해 및 사고에 영향을 미치는 주요 요인으로 지목되고 있으나, 실제 옥외 환경에 있어서는 진해 및 공해 등과 같은 다양한 조건 설정이 가능하고, Non-Soluble Deposit Density에도 의존하는 것으로 보고되고 있으므로 용량형 센서는 단독으로 사용되기보다는 전도도 센서와의 동시적용을 통해 신뢰도를 높이는 수단으로 사용되는 것이 바람직한 것으로 보인다.

5. 결 론

오손도 자동측정장치 개발을 위한 기초연구의 일환으로 수행된 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.



(a) frequency



(b) capacitance

그림 13. 용액의 전도도 변화에 따른 용량 및 공진 주파수의 변화

Fig. 13. The change of capacitance and resonant frequency with the change of the conductivity of solution

1. 표면누설전류를 이용한 기존 오손도 측정장치에 대한 연구를 바탕으로 펠티어 모듈을 이용한 새로운 개념의 오손도 측정장치를 제안하였다.

2. 실험중 발생한 건조대방전 및 이로인한 전극의 손상과 측정데이타의 신뢰성 저하를 예방할 수 있는 방안으로서 중간전극의 적용을 제시하고 전계해석을 통해 그 가능성을 보였다.

3. 표면누설전류를 이용한 오손도 측정장치의 단점은 전극의 내구성을 극복하기 위하여 용량형 측정장치를 설계 및 제작하였으며, 기초적인 실험을 통해 우수한 동작특성을 나타냄을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] 한상옥 외 5인, "염진해 오손도 자동측정장치", KIEEME 2000 추계학술대회 논문집, pp 391-394, 2000. 11.

[2] 한상옥 외 3인, "오손조건에 따른 옥외절연물의 전기적 특성", KIEEME 2000 추계학술대회 논문집, pp 467-470, 2000. 11.

[3] "전력설비의 염진해대책에 관한 연구(III) - 종합편", 한국전력공사 기술연구원, pp. 1-40, 1988. 6.

[4] "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구 - 2차 년도 중간보고서", pp. 3-4, 한국전력공사, 2000. 10..

[5] "IEC 60507, Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems", International Electrotechnical Commission, 1991.

[6] "변전설비 진단기술 개발연구-위탁분 최종보고서", 전력연구원, 1998. 1.

◇저자소개◇

최 남 호(崔南鎬)

1997년 충남대학교 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel : 042-821-7604.

E-mail : crow@hanbat.cnu.ac.kr.

한 상 옥(韓相玉)

1974년 충남대 공업교육(전기) 졸업. 1986년 인하대 전기공학과 졸업(공박). 1985년 독일하노버대 객원교수. 1989년 일본나고야대 객원교수. 현 충남 대학교 전기공학과 교수. Tel : 042-821-5655.

E-mail : sohan@hanbat.cnu.ac.kr.