

炭素抵抗體에 대한 Co⁶⁰照射効果에 관한 研究

논문
22~4~1

Study on Irradiation Effect by Co⁶⁰ to the Carbon Resistor

지철근* · 조성욱**
(Chol Kon Chee, Sung Wook Cho)

Abstract

The characteristics of all the instruments and materials used in atomic industry is changed due to radiation damages by the effects of radiation activities.

In this study, when the Carbon Resistor, main element of electrical circuits, is irradiated by Gamma-Ray, variations in its electrical properties have been investigated.

The following results are obtained:

1) The resistance value in Carbon Resistor is exponentially increased as the quantity of irradiation by Gamma-Ray is increased, but in case of more than 10⁶ R/hr. of quantity of irradiation it has saturated-state value.

2) The rate of change in resistance value has been independent on the intensity of Gamma-Ray source when Carbon Resistor is irradiated in the same quantity of irradiation.

3) The resistance value in irradiated Carbon Resistor has not been varied with elapse of time.

4) The more the distance from the Carbon Resistor to the Gamma-Ray source the more greatly the resistance value is decreased and that it has been shown that the more quantity of irradiation by Gamma-Ray, the greater the rate of decrease in resistance value.

Through the above results it has been concluded that the measurement values obtained by the high-precision instruments in the radiation field have to be corrected with proper consideration to radiation damages.

1. 序 論

原子力 工業에 使用되는 모든 機材는 多少間에 放射性的 影響을 받으므로, 放射線 損傷을 입게 되어 機材의 特性이 變化된다.

더우기 放射性 場內에서 使用되고 있는 計測 및 制御 電氣機器는 放射性 損傷을 避할수 없다. 따라서 電氣機器를 構成하고 있고, 機能을 左右하는 回路의 素子들도 放射性的 損傷을 받게 되므로 그의 特性이 變

化할 것이다.

機材¹⁾나 諸物質에 放射線을 照射하였을 경우, 放射線 影響에 對해 完全하고 만족할만한 研究는 아직 이루어지고 있지 않으며, 特別 內部構造의 破裂狀態에 對해서는 現在 研究課題로 되어있다.

本 研究에서는 電氣回路의 主 素子인 抵抗體인 炭素 抵抗體에 對한 放射性的 損傷效果를 實驗的으로 究明하며 放射能場內에서 使用되고 있는 電氣機器의 性能에 미치는 影響을 究明하려한다.

2. 理論的 考察

中性子^{2),3)}, 重荷電粒子인 Proton, Deutron, 高에너지

* 정회원 : 서울공대 전기공학과 교수 (공학박사)

** 정회원 : 인하공전 전기공학과 교수 (교무과장)

지電子, γ -ray等を 固體에 照射시키면 固體에는, 층돌에 依하여 變位된 電子, 電離, fission spikes, thermal spikes, transmutation 등이 發生한다.

이와같이 固體에 荷電粒子나 放射線을 照射하며는 特性의 變化가 일어난다.

計測 및 制御回路에 使用되는 炭素 抵抗體는 carbon에다 接着劑로서 高分子 物質인 polymer를 使用한 것이다. 그리고 抵抗體는 Carbon과 polymer의 共有結合으로 되어있다.

炭素抵抗體에 γ -ray 를 照射하며는 carbon 原子의 cross sectional area가 기타 原子보다 크므로 Carbon 原子의 位置가 變位되어 共有結合을 하고 있는 位置에 vacancy center가 形成되어 trap level이 存在하게 된다. 이 level에 傳導電子가 capture되므로, 傳導電子의 數는 減少하게 되며, 따라서 resistor의 抵抗値가 增加하게 된다. 그러나 trap level이 傳導電子로 충만되며는 抵抗値는 더 以上 增加되지 않으며 飽和狀態가 된다.

3. 實 驗

(1) 試 料

供試用 炭素抵抗體는 亞進電子會社製로서 Carbon에 phenol resin novolack의 接着劑를 使用한 것이다.

抵抗値가 2.2 Ω , 22 Ω , 및 220 Ω 인 3種類에 對하여 各各 300個式 900個를 試料로 擇하였다.

(2) γ -ray Source와 照射裝置

韓國原子力研究所의 Co⁶⁰, 600 Curie의 照射裝置와 放射線 農學研究所의 Co⁶⁰, 25,000 Curie의 照射裝置를 使用하였다.

(3) 抵抗計測裝置

調整確도가 $\pm 0.01\%$ 인 6 dial precision wheatstone bridge (Croydon precision instrument Co製)를 使用하였다.

(4) 測定方法

γ -ray照射는 Co⁶⁰ source와 試料와의 거리및 照射時間을 變化시켜서 強度와 照射量을 調整하였다.

抵抗測定은 γ -ray 照射 24時間後에 Wheatstone Bridge로 測定하였다.

抵抗은 溫濕度와 相關 關係가 있으므로 室溫 25 \pm 3 $^{\circ}$ C, 相對濕度 60%에서 測定하였다. 測定値는 抵抗體의 極性을 交代로 하여 測定한것의 算術的 平均을 取하였다.

4. 實驗 結果

試料인 炭素抵抗體를 2.2 Ω , 22 Ω , 및 220 Ω 의 抵抗體를 各各 300個式 擇하여 各各의 경우에 對해 抵抗變化率을 測定하여 算術的 平均値를 取하였다.

Co⁶⁰ 600 Curie source로 source와 試料와의 照射距離를 0m, 0.5m, 1m 및 1.5m로 變化시키고, 照射時間을 2hrs, 4hrs, 6hrs 및 7hrs로 照射시켰을 경우, 照射距離와 抵抗變化率에 對한 特性을 나타낸 그림이 Fig.1이다. Fig.2는 Co⁶⁰ 600 Curie Source에서 照射時間에 따른 抵抗變化率을 나타낸 그림이다.

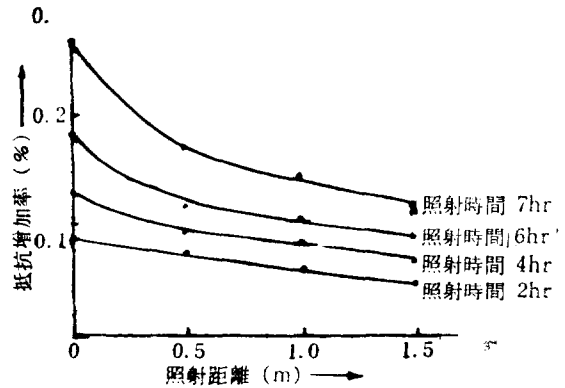


그림 1. 照射時間에 대한 抵抗變化率
Fig. 1. Rate of change in resistance by irradiation distance

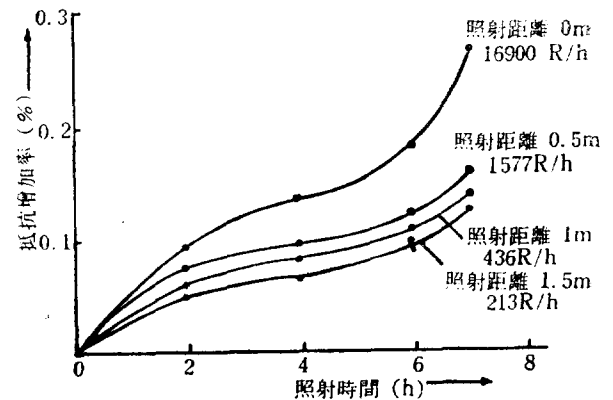


그림 2. 照射距離에 대한 抵抗變化率
Fig. 2. Rate of change in resistance by irradiation time

照射距離 0m일 때 試料에는 16900R/h의 照射量을 받으며, 照射量은 照射距離와 逆自乘의 關係가 있으며

로 0.5m에서 1577R/h, 1m에서 436R/h 및 1.5m에서 213R/h의 照射量을 받게 된다(韓國原子力研究所에서 받음) Fig.3은 Co^{60} 25000 Curie인⁴⁾ Source intensity

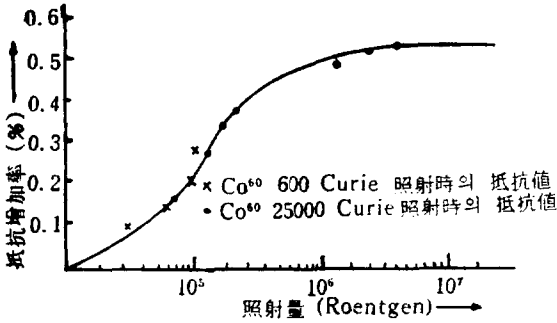


그림 3. 照射量에 대한 抵抗變化率
Fig. 3. Rate of change in resistance by quantity of irradiation

로 試料를 source에 附着시켜 照射時間을 $\frac{1}{12}$ h, $\frac{1}{6}$ h, $\frac{1}{4}$ h, $\frac{1}{3}$ h, 2h, 4h, 6h, 24h, 30h 및 48h로 變化시켜 照射量에 따른 抵抗變化率을 나타낸 그림이며, source

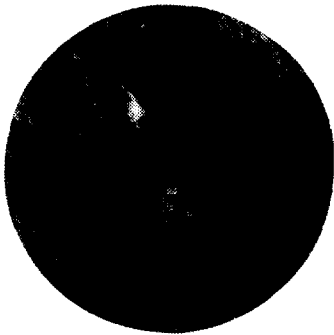


사진 1. 放射線 照射後 炭素抵抗體의 內部 組織
照射距離 0.5m, 照射時間 2h, 照射量 3.1×10^5 R

Photo. 1 After irradiation internal structure of Carbon Resistor
irradiation distance 0.5m,
irradiation hour 2h,
irradiation quantity 3.1×10^5 R

가 다른 Co^{60} 600 Curie로 照射한 抵抗變化率과도 比較한 그림이다. 사진 1, 2, 3 및 4는 Co^{60} 600 Curie γ -ray로 source와 試料와의 照射距離를 0.5m, 照射時間을 2h, 4h 및 7h동안 照射시켜, 抵抗體의 組織變化를 電子顯微鏡으로 150倍 擴大시켜 촬영한 것이다.

모든 實驗結果値는 γ -ray照射後 24時間 경과하여 測定한것이지만 200時間後에 再測定하여도 抵抗變化率에는 變動이 없었다.

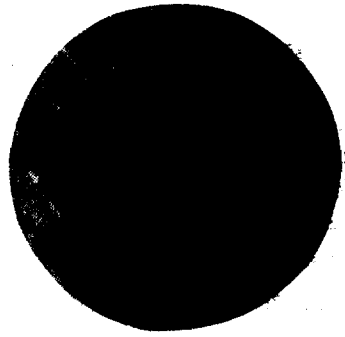


사진 2. 放射線 照射後 炭素抵抗體의 內部 組織
照射距離 0.5m, 照射時間 4h 照射量 6.3×10^5 R

Photo. 2 After irradiation internal structure of Carbon resistor
irradiation distance 0.5m,
irradiation hour 4h
irradiation quantity 6.3×10^5 R



사진 3. 放射線 照射後 炭素抵抗體의 內部 組織
照射距離 0.5m, 照射時間 7h, 照射量 1.1×10^6 R

Photo. 3 After irradiation internal structure of Carbon Resistor
irradiation distance 0.5m
irradiation hour 7h
irradiation quantity 1.1×10^6 R

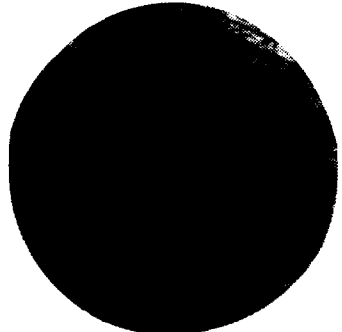


사진 4. 放射線 照射後 炭素抵抗體의 內部 組織
照射量 2.25×10^6 R

Photo. 4 After irradiation internal structure of Carbon Resistor
irradiation quantity 2.25×10^6 R

5. 檢 討

照射量에 따른 抵抗增加率曲線에서 보는바와 같이 10⁴ Roentgen 程度의 比較的 낮은 照射量에서는 불과 0.2%程度의 抵抗이 增加하게 되는데 이것은 trap level 에 傳導電子가 capture되므로 傳導電子의 數가 점차로 減少하기 때문이며, 10⁵ Roentgen程度에서는 指數函數의 抵抗値가 增加되다가 10⁶ Roentgen以上에서는 飽和狀態에 이르게 된다. 이 理由는 Ion化 狀態에 있는 傳導電子가 trap level에 충만되거나 再結合現象이 일어나 終局에 가서는 飽和狀態에 이르게 되는것이다.

또한 照射距離에 따른 抵抗減少率도 γ -ray의 照射量이 距離의 逆自乘關係가 있기 때문에 source에서 距離가 멀수록 Ion Capture 中心의 Ion틸도가 점차로 增加되며 抵抗이 減少하게 되는 것이다.

電子顯微鏡으로 촬영한 사진에서도 明白하게 보드시 照射量이 增加할 수록 抵抗體의 斷層이 鮮明하게 나타는것은 Carbon原子의 Cross Sectional Area가 기타 原子보다 커져서 Carbon 原子의 位置가 變位되어 共有結合을 하고 있는 位置에 Vacanxy Center가 形成되어 trap level에 傳導電子가 충만되거나 再結合現象이 일어나기 때문이다.

6. 結 論

本 研究結果 얻어진 主要한 結論은 다음과 같다.

1. 炭素抵抗體에 γ -ray를 照射시키면 一般의 照射量이 10⁶ Roentgen까지는 抵抗値가 指數函數의 增加하나 그 以上으로 되며는 飽和狀態에 이르게 됨을 알 수 있다.

2. γ -ray source의 intensity가 相異하더라도 照射量이 같은 경우에는 抵抗變化率은 同一한 값을 가짐을 알 수 있다.

3. 照射된 抵抗材料는 時間이 경과하여도 抵抗値의 變化가 없었다.

4. γ -ray source로부터 距離가 멀수록 抵抗値가 減少됨을 알수있다. 即 照射量이 比較的 적은 경우에는 減少率이 完만하나 照射量이 클수록 減少率은 顯격한 差異를 갖게됨을 알수있다.

이와같은 理由로 放射性 場內에서 使用되는 精密計測器는 放射性 損傷을 고려하여 補正을 실시하여야 한다.

참 고 문 헌

1. C.O. Smith; Nuclear Reactor Materials pp.58 ~86.
2. Adolphe Chapiro; Radiation Chemistry of Polymeric Systems p.343.
3. J.S Hutchison, D.C Baird; The Physics of Engineering Solid pp.188~189.
4. Van Vlock; Materials Science for Engineers pp.460~462.