

論 文
1-2-2

放射線照射에 의한 R-C 直·並列回路에서의 損傷效果에 關한 研究

A Study on Irradiation Effect by Co⁶⁰ of the R-C Series-Parallel Circuits

徐國哲*·趙成郁**
(Suh, Kook-Chol · Cho, Sung-Wook)

요 약

原子力産業에서 使用되고 있는 모든 材料의 特性은 放射線照射에 의한 損傷效果로 變하게 된다. 本 研究에서는 저항과 콘덴서의 直·並列回路에서 放射線照射에 의한 電氣의 特性이 如何히 變化되는가를 研究하였다.

研究結果 얻어진 主要 結論은 다음과 같다.

1. R-C 直列回路에서 照射線量이 10⁶[r]까지는 임피던스變化率이 增加되다가 그 이상의 照射線量에서는 포화상태에 이르게 되는데 포화상태에서의 增加値는 1.25[%]程度이었다.
2. R-C 直列回路에서 照射線量이 10⁶[r]까지는 力率變化率이 減少되다가 그 이상의 照射線量에서는 포화상태에 이르게 되는데 減少値는 0.5[%]程度이었다.
3. R-C 並列回路에서는 照射線量이 10⁶[r]까지는 임피던스變化率이 增加되다가 그 이상의 照射線量에서는 포화상태에 이르게 되는데 增加値는 0.5[%]程度이었다.
4. R-C 並列回路에서는 照射線量이 10⁶[r]까지는 力率變化率이 減少되다가 그 이상의 照射線量에서는 포화상태에 이르게 되는데 減少値는 1.3[%]程度이었다.

ABSTRACT

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

In this study when R-C series-parallel circuits are irradiated by γ -ray, variations in its electrical properties have been investigated.

The following results are obtained.

- 1) In the R-C series circuit, the impedance variation ratio is increased as the irradiation quantity is increased up to 10⁶[r], and above 10⁶[r], the impedance variation ratio reached at the saturated condition. In the saturated condition, the increasing value was about 1.25[%].
- 2) In the R-C series circuit, the power factor variation ratio is decreased as the irradiation

*正 會 員：光云大學校 教授·工博
**正 會 員：仁荷工業專門大學 教授

quantity is increased up to $10^6[r]$, and above $10^6[r]$, the power factor variation ratio reached at the saturated condition. In the saturated condition, the decreasing value was about 0.5[%].

3) In the R-C parallel circuit, the impedance variation ratio is increased as the irradiation quantity is increased up to $10^6[r]$, and above $10^6[r]$, the impedance variation reached at the saturated condition. In the saturated condition, the increasing value was about 0.5 [%].

4) In the R-C parallel circuit, the power factor variation ratio is decreased as the irradiation quantity is increased up to $10^6[r]$, and above $10^6[r]$, the power factor variation ratio reached at the saturated condition. In the saturated condition, the decreasing value was about 1.3[%].

I. 序 論

原子力の 平和의 利用으로 物質의 生成原年測定, 두께測定, 品種改良 및 食品의 貯藏期間延長 等 廣凡圍한 分野에서 活發하게 研究가 進行됨에 따라 理化學, 生學 및 工業分野에서의 原子力 利用度가 날로 增加하고 있다. 이러한 추세속에서 抵抗과 콘덴서가 內包되어있는 測定器 및 機器가 效射線場內에서 設置使用될 경우 高에너지의 放射線照射에 의해 電氣의 特性值가 變하게 되어 測定誤差가 생기게 된다.

機材나 諸物質에 放射線을 照射하게 되면 内部構造에 變化가 일어나 特性이 變하게 되는 것으로 現在 많은 研究가 進行中에 있다¹⁾.

本 研究에서는 抵抗과 콘덴서가 直列 또는 並列로 接續되었을 경우 放射線照射에 의한 損傷效果로 임피던스 및 力率이 如何히 變하는가를 究明해 보려한다.

2. 理論的 考察

中性子, 荷電粒子인 proton, Deutron, 高에너지 電子, γ 線 等을 固體에 照射시키면 층돌에 의하여 變位된 電子, 電離, fission spikes, thermal spikes, transmutation 等이 發生한다.^{2), 3)}

炭素抵抗體는 Carbon에다 接着劑로서 polymer를 使用하는데 이들은 서로 共有結合으로 되어 있으며 이것에 γ 線을 照射시키면 Carbon原子의 Cross sectional area가 가타 原子보다 크므로 Carbon原子의 位置가 變位되어 共有結合을 하고 있던 位置에 Vacancy Center가 形成되어 trap level이 存在하게 된다. 이 level에 傳導電子가 捕捉되므로 傳導電子의 數가 減少하게 되어 抵抗값이 變하게 되는데 trap level이 傳導電子로 충만되는 抵抗値는 더 이상 變하지 않으며 포화상태에 이르게 된다.^{4), 5), 6)}

無機質材料에 放射線을 照射하면 原子變位에 의

한 格子不整의 生成으로 인하여 特性의 變化가 일어나며,⁷⁾ 有機質材料에서는 化學結合의 파괴와 遊離基의 生成 또는 分子의 붕괴, 分子構造의 再配位 및 照射期間中 一般의으로 電氣傳導性이 높아지는 現象이 일어난다.⁸⁾

이와같이 放射線照射에 의하여 誘電體特性이 變化되기도 하므로, 콘덴서의 特性에도 영향을 받게 되며, 誘電體의 物理, 化學的인 變化로 인한 誘電體와 電極과의 物理的 變化로 인한 콘덴서 特性의 變化가 있게된다.⁹⁾

3. 實 驗

1) 試 料

① 抵 抗

炭素抵抗體는 Carbon에 phenol resin novolack의 接着劑를 使用한 2.2[Ω], 22[Ω], 220[Ω]의 3種類를 擇하였다.

② 콘덴서

콘덴서는 O. F Condenser, Aluminium foil의 Neostyrene Condenser 및 Aluminium plate silver의 Ceramic Condenser 3種類로 0.01~0.1[μF]을 擇하였다.

2) γ 線源

原子力研究所의 Co^{60} γ 線으로 照射線量은 210 [γ]이다.

3) 計測裝置

抵抗計測裝置는 調整確度가 ± 0.01 [%]인 precision wheatstone bridge를 使用하였으며, 콘덴서容量測定은 調整確度가 ± 0.2 [%]인 Capacitance bridge를 使用하였다. 임피던스測定은 調整確度가 ± 5 %인 임피던스 Bridge(英口 Croydou Co)를 使用하였다.

4) 測定方法

γ 線 照射의 照射時間을 變化시켜 照射線量을 調節하였고 各 特性試驗은 γ 線 照射 24時間內에 測定하였다. 다만 力率, 變化率은 抵抗變化率과 임피

던스變化率을 가지고 計算에 의해 求하였다.

供給電壓, 周波數 및 溫度 等의 影響을 고려하여 電壓 105[V] 周波數 60[Hz] 溫度 $20 \pm 2[^\circ\text{C}]$ 相對 濕度 60[%]의 測定條件을 維持하였으며 特性值는 算術的 平均值를 取하였다.

4. 實驗 結果

1) 抵抗變化率

그림 1은 Co^{60} 照射量에 대한 抵抗變化率을 나타낸 것으로 Co^{60} Source intensity에 抵抗試料를 부착시켜 48時間동안 照射시킨 結果의 特性曲線이다.

2) 콘덴서 容量變化率

그림 2는 Co^{60} 照射量에 대한 콘덴서의 容量變化

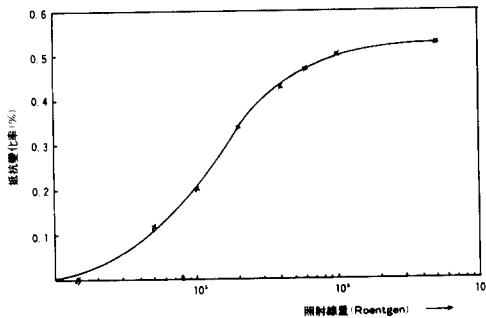


그림 1. Co^{60} 照射線量에 對한 抵抗變化率
Fig. 1. Rate of change in resistance by quantity of Co^{60} irradiation

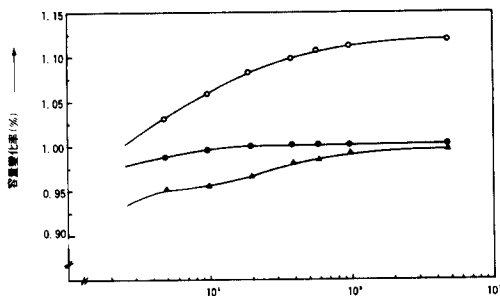


그림 2. Co^{60} 照射線量에 대한 容量變化率
Fig. 2. Rate of change in capacitance by quantity of Co^{60} irradiation
(○ : O. F. paper, ● : Neostyrene, ▲ : Ceramic condenser)

率을 나타낸 것으로 照射線量은 照射時間으로 調節하면서 그 特性을 求하였다.

3) R-C 直列回路의 照射線量에 대한 임피던스變化率

그림 3은 Co^{60} 照射線量에 대한 R-C 直列回路에서의 임피던스變化率을 나타낸 것이다.

4) R-C 直列回路의 照射線量에 대한 力率變化率

그림 4는 Co^{60} 照射線量에 대한 R-C 直列回路에서의 力率變化率을 나타낸 것이다.

5) R-C 竝列回路의 照射線量에 대한 임피던스變化率

그림 5는 Co^{60} 照射線量에 대한 R-C 竝列回路에

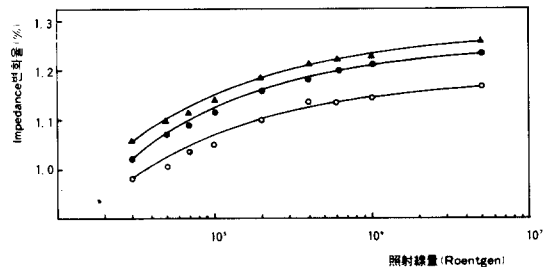


그림 3. R-C 直列回路의 Co^{60} 照射線量에 따른 impedance 變化率

Fig. 3. Rate of change in impedance by quantity of Co^{60} irradiation for R-C series circuit.

(○ : O. F. paper, ● : Neostyrene, ▲ : Ceramic condenser)

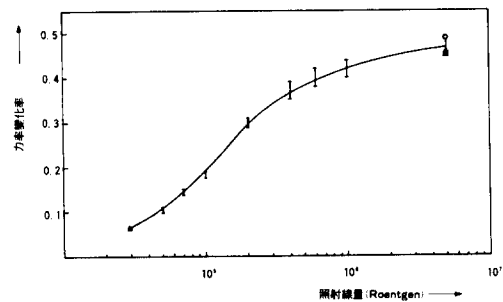


그림 4. R-C 直列回路의 Co^{60} 照射線量에 따른 力率變化率.

Fig. 4. Rate of change in power factor by quantity of Co^{60} irradiation

(○ : O. F. paper, ● : Neostyrene, ▲ : Ceramic condenser)

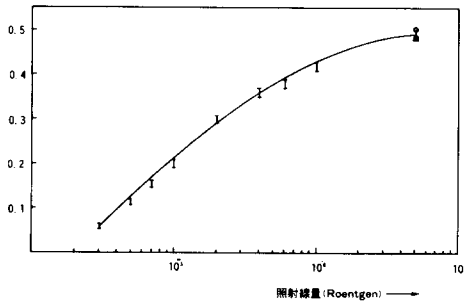


그림 5. R-C 並列回路的 Co⁶⁰ 照射線量에 따른 Impedance 變化率
 Fig. 5. Rate of change in impedance by quantity of Co⁶⁰ irradiation for R-C parallel circuit
 (○ : O. F paper, ● : Neostyrene, ▲ : Ceramic condenser)

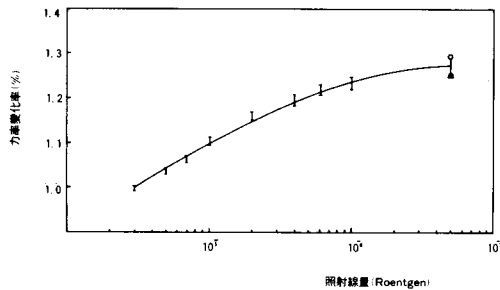


그림 6. R-C 並列回路的 Co⁶⁰ 照射線量에 따른 power factor 變化率
 Fig. 6. Rate of change in power factor by quantity of Co⁶⁰ irradiation for R-C parallel circuit
 (○ : O. F paper, ● : Neostyrene, ▲ : Ceramic condenser)

서의 임피던스變化率을 나타낸 것이다.

6) R-C 並列回路的 照射線量에 대한 力率變化率

그림 6은 Co⁶⁰ 照射線量에 대한 R-C 並列回路的 力率變化率을 나타낸 것이다.

4. 檢 討

照射量에 따른 抵抗變化率曲線에서 보는바와 같이 10⁴[γ]정도의 比較的 낮은 照射量에서는 불과

0.2[%] 정도의 抵抗이 變化되었는데 이것은 Trap level에 傳導電子가 捕獲되므로 傳導電子의 數가 점차로 減少하기 때문이며 10⁵[γ]정도에서는 指數函數的으로 抵抗值가 變化되다가 10⁶[γ] 이상에서는 포화상태에 이르게 된다. 이 理由는 이온狀態에 있는 傳導電子가 Trap level에 충만되거나 再結合現象이 일어나 終局에 가서는 포화상태에 이르게 되는 것이다.

콘덴서에서는 γ線의 照射로 誘電體에서 電離들이 發生하여 Trap level에 이온화狀態에 있는 傳導電子가 捕獲되어 傳導電子의 數가 減少되며 終局에는 Trap level에 傳導電子가 충만되어 포화를 이루게 되므로 콘덴서의 容量變化도 10⁶[γ]정도에서 포화상태에 이르게 된다.^{9),10)} 한편 이 現象은 放射線照射로 誘電體의 構造變化가 일어나 硬質로 되는 동시에 内部에 2枚의 알미늄箔을 감싼채로 照射케 되므로 알미늄電極箔과 誘電體의 接觸이 良好하게 되므로 콘덴서의 容量이 變하게 된다고 解析할 수 있다. 또한 R-C 直·並列回路에서의 임피던스變化率도 上述한바와 같은 內容으로 인하여 變化된다고 볼 수 있다.

5. 結 論

本 研究結果 얻어진 主要結論은 다음과 같다.

1. R-C 直列回路에서 照射線量이 10⁶[γ]까지는 임피던스變化率이 增加되다가 그 이상의 照射線에서는 포화상태에 이르게 되는데 포화상태에서의 증가값은 1.25[%] 정도이었다.

2. R-C 直列回路에서 照射線量이 10⁶[γ]까지는 力率變化率이 減少되다가 그 이상의 照射線에서는 포화상태에 이르게 되는데 減少值는 0.5[%] 정도이었다.

3. R-C 並列回路에서는 照射線量이 10⁶[γ]까지는 임피던스變化率이 增加되다가 그 이상의 照射線에서는 포화상태에 이르게 되는데 增加值는 0.5[%] 정도이었다.

4. R-C 並列回路에서는 照射線量이 10⁶[γ]까지는 力率變化率이 減少되다가 그 이상의 照射線에서는 포화상태에 이르게 되는데 減少值는 1.3[%] 정도이었다.

參 考 文 獻

- 1) C.O Smith, Nuclear Reactor Materials, pp.58~86, Addison Wesley Pub. Co., 1967.
- 2) Adolphe Chapiro, Radiation Chemistry of Polymeric Systems, p.p.343, John Wiley & Sons N.Y., 1962.
- 3) J.S. Hutchison, D.C. Baird, The Physics of Solid Engineering pp.188~189. Pergamon Press, 1960.
- 4) Van Black, Materials Science for Engineering, pp.460~462, Addison Wesley Pub. Co., 1970.
- 5) A.I.E.E Transactions, pp.723~731, vol.74, 1955.
- 6) A.I.E.E Transactions, pp.717~722, vol.74, 1955.
- 7) 中井達人, 日本電氣學會誌 pp.11~19, vol.82, no. 891, 1919.
- 8) 齊藤信彦, 高分子物理學 裳華堂, 1967.
- 9) 池貞變, 高分子科學 文運堂, pp.145~180, 1981.
- 10) Turner Alfrey, Jr. and Edward F Gurnee, Organic Polymers, 1967.