

電子部品解説

抵抗器 (Resistors) 編

朴 桂 永 \*

内部에 包含된 알카리成分에 依하여 炭素膜이

1. 抵抗器의 現狀

抵抗線을 絶緣體의 보빈(Bobbin)에 감아서 만든 捲線抵抗器(Wire Wound Resistor)를 抵抗器의 始初로 하여 今日에 와서는 그形態, 規格, 構造 및 電氣의 特性이 다른 多數의 抵抗器가 開發되었다, 特히 科學技術이 急速히 發展함에 따라 그仕樣이 매우 嚴格하게 되므로 더욱 多種多樣化하는 傾向이 있다.

生産高의 立場에서 보면 美國의 境遇에는 콤포짓 炭素抵抗器(Composition type carbon resistor)가 固定抵抗器總量의 80% 以上을 차지하고, 日本의 境遇에는 56%가 炭素皮膜抵抗器(Carbon film type resistor)이다. 이것은 表 I에 表示한 바와같이 그特性이 가장 普遍性을 가지고 있을뿐만 아니라 生産價格이 低廉하기 때문이다.

그러나 普通의 炭素皮膜抵抗器는 濕氣中에서

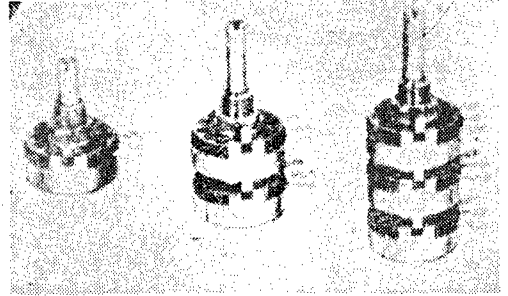


사진1 各種可變抵抗器

陽極酸化現象을 이르게 斷線되는 缺點이 있다. 勿論 이現象은 炭素膜이 比較的 두터운 抵抗値에서는 問題가 되지 않으나 MΩ程度의 高抵抗値에서는 甚하게 나타난다. 이러한 缺點을 除去하기 爲하여 硼珪酸 glass와 같은 알카리成分을 包含하지 않는 磁器를 使用하고, 耐濕性이 좋은 塗料를 使用한 改良된 炭素皮膜抵抗器가 開發되었다.

抵抗器名	炭素皮膜	콤포짓線形	金屬皮膜	金屬卷線	卷線호一로
符 號	RD, RN	RC	RN	RB	RW
J I S	C-6402	C-6406	—		C-6401
M I L	R-10509B	R-11	R-10509D	R-93	R-26
電力 (W)	1/8~8	1/8~2	1/8~2	1/8~1	3~120
抵抗 值	10Ω~10MΩ	10Ω~22MΩ	50Ω~1MΩ	0.1~200kΩ	0.1~90kΩ
許容差 (%)	± 0.5, 1, 2, 5	± 5, 10, 20	± 0.05, 0.25, 1	± 0.1, 0.25, 1	± 2.5, 10, 20
定格負荷時	- 3.5%	± 7.5%	± 0.3%	± 0.25%	2%
溫度係數	3.5×10 <sup>-4</sup>	10×10 <sup>-3</sup>	25×10 <sup>-4</sup>	20×10 <sup>-3</sup>	1.5×10 <sup>-4</sup>
周圍溫度	40~70°C	40°C	125°C	70°C	275°C
經年變化	0.3%	3%	0.01%	negligible	1%

\* 正會員 原子力研究所電子工學研究室

(接受日字 1936. 11. 23)

抵 抗 物 質		炭 素	炭素와有機物	金屬合金膜	金屬合金線	金屬合金線
Inductance值(1Mc)		0.26~0.48 $\mu$ H	0.02	0.2	125 $\mu$ H	不 可
高 周 波	1Mc	0.95	0.5	0.97	不 可	不 可
	Re/Ro	10Mc	0.6	0.2	0.1	不 可

표 1 各種抵抗器의 性能一覽

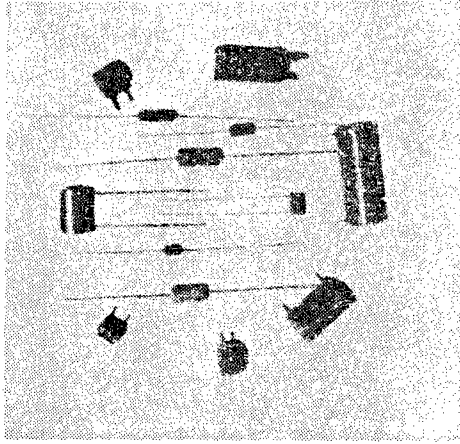


사진2 各種固定抵抗器

또한 1959年 美國의 Bell電話研究所에서 보로카본抵抗器(Boro-Carbon Resistor)를 開發하여 溫度係數를 적게하고 (炭素皮膜抵抗器 最小;  $2 \times 10^{-4}$ , 보로카본;  $2 \times 10^{-5}$ ) 抵抗值의 範圍를 넓혔으며 (炭素抵抗器의 最大面積抵抗值;  $10^4 \sim 10^5 \Omega$ , 보로카본  $10^9 \Omega$ ) 周波數特性을 改善하고 耐濕耐濕特性을 向上하였고 1956年頃 부터는 炭素合金(Carbon Alloy)抵抗이 開發되어 市販되기 始作하였다.

한편 耐濕性을 向上하기 爲하여 從來의 塗裝方法 代身에 絶緣樹脂로서 몰드(Molded)成形한 抵抗器가 나왔다. 이 抵抗器는 그 信賴度가 相當히 높은 反面, 材料費 其他 加工費가 多小 增加한다고 할수있으나 抵抗器의 故障率을 考慮한 補修費를 減하면 價格이 上昇한것도 아니다.

第2次 大戰中에 美國에서 莫大한 資本을 投入하여 開發한 콤포짓선形炭素抵抗器는 그 特性에 있어서 皮膜形에 떨어지나 製造工程數가 皮膜形에 比하여 적음으로 量産機械化하기가 容易하였고 따라서 大戰中의 急激한 電氣電子需要에 큰 役割을 하였다. 戰後에는 一般用으로서도 가장 많이 使用되었고, 日本의 境遇를 보면, 近來

에 와서 皮膜形 生産高의 約 20%를 代置하고 있다.

最近, 從來의 콤포짓선形抵抗器가 主로 合成樹脂와 炭素粉末의 混合物로 構成되어 있는데 反하여, 磁器 即 Ceramic과 炭素粉末의 混合物의 抵抗器가 開發되었다. 이 型의 抵抗器는 耐熱性이 좋고 外氣의 影響, 特히 濕度에 依하여 劣化하지 않는다.

그러나 以上에서 記述한 바와같이 抵抗材料로서 炭素를 使用하거나, 그 混合物를 使用하여서는 抵抗器의 電氣의 特性을 改善하는데 限度가 있게 된다. 따라서 炭素以外의 抵抗材料를 使用하는 方向으로 焦點을 돌리게 되었고 여기에서

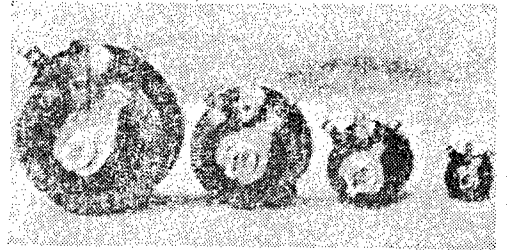
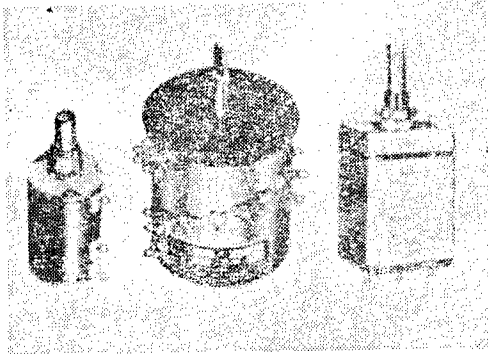


사진3 電力形卷線可變抵抗器

炭素皮膜을 薄膜化하여 高抵抗值을 얻은것과 마찬가지로 니크롬(Ni-Cr)와 같은 金屬合金을 薄膜化하여 所謂 金屬皮膜抵抗器를 產出하였다. 이 抵抗器는 眞空蒸着法(Vacuum Evaporation) 陰極飛沫法(Cathode Spattering) 熱分解析出法 燃燒法等 여러가지 方法으로 製造하고 있는데, 抵抗溫度係數가 炭素皮膜抵抗器의 溫度係數의 約 10分の1에 該當하는 25ppm程度인 金屬卷線抵抗器와 비슷하게 되고 許容偏差도 炭素皮膜의 그것에 比하여 約 10分の1인  $\pm 0.05\%$ 로부터  $\pm 0.1\%$ ,  $\pm 0.25\%$ 를 얻었다. 이 金屬薄膜抵抗器는 美國에서는 約 9年前 부터 發賣되기 始作하였고 日本에서는 約 6年前 부터 商品化된 比較的 새로운 抵抗器라고 할수있다.

그리고 溫度係數는 炭素皮膜程度이나 特別 耐熱性이 좋은 酸化金屬皮膜抵抗器가 있다. 美國의 glass會社의 하나인 Corning Glass會社가 開發한 것으로 日本에서도 商品化되어 있다. 比較的高溫에서 使用可能하고 電力容量이 크며 抵抗表面이 堅固하고 生産價格이 低廉한 可能性이 많으므로 將來 有望하다 할수있다.



(a) (b) (c)

사진4 各種 Potentiometer

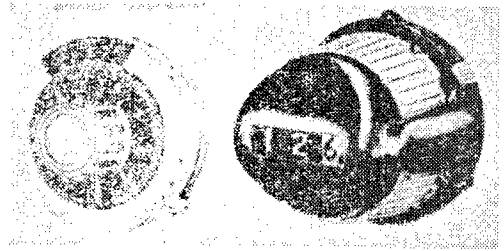
- (a) Helipot #7210 (Beckman社)
- (b) multitap付 10回轉形(Spectrol社)
- (c) Bobbin回轉式(總測器)

메탈글레이즈抵抗器(Metal Glaze Resistor)가 最近 美國에서 開發되었다. 抵抗材料로서는 金屬粉末과 glass를 混合하여 抵抗基體에 塗布한 後加熱燒成하여 製造한다. 製造工程이 簡單하고 比較的高抵抗値를 얻을수 있다.

電子機器가 小型 輕量化되고, 電子計算器와 같은 高速度에 適合한 回路部品이 要求됨에 따라 抵抗器도 高精密度와 小形化의 方向으로 發展해 왔으나 現在에 이르러서는 抵抗器 單體로서의 小形化 方向은 終止符를 찍은것 같다. 即 特殊한 用度以外에는 小型化한 必要가 없고 오히려 目的에 適合한 性能으로 向上시키는데 注力하고 있는것으로 思慮된다.

한편 獨立素子로서 보다는 複合素子로서 數個의 R, CR, L, C, R 등의 回路素子가 開發되고 여기에 能動素子(Active element)를 附加시킨 이른바 Module方式이 彩用되고 있다. 現在 市販되는 日本製品라디오에서도 複合 CR, 또는 Module 增幅段을 間或 發見할수가 있다.

또 近年에 들어와 回路부品の 超小形化가 推進되어 部分品이 複合化되고 있는데 大戰後 美



(a) (c)

사진5 多回轉形精密卷線抵抗器

- (a) Dial方式
- (b) Digital方式

國 NBS에서는 Tinkertoy方式, RCA會社에서는 Micromodule 方式, Westinghouse 會社에서는 Molecular electronic 方式에 依한 集積回路(Integrated Circuits)가 發表되어 各各 實用化로 前進하고 있다.

薄膜技術과 起真空技術의 發達は 集積回路의 産室을 마련하였고 集積回路의 出現은 從來의 回路素子概念을 相當히 바꾸어 놓았다고 할수있다.

現在 우리나라의 現實로 眼目을 돌리보면 이 웃인 日本의 影響을 받아 炭素皮膜抵抗器가 生産되고 있는데, 이들은 라디오나 TV製造業者들이 自家用으로만 生産할뿐 部分品自體로서의 獨立된 産業은 零點이라고 할수있다. 多幸히 國內一部 大學 및 研究所에서 다른 電子部品과 같이 抵抗器에 關해서 研究하고 있으며 一部 電子機器製作會社에서도 製品의 品質向上에 努力하고 있으므로 國內의 部品工業도 急速히 發展할것으로 思慮된다.

그러면 實用化되어 있는 抵抗器의 種類와 그 特性을 紙面關係로 簡單하게 記述하기로 한다. 보다 專問的인것에 關係해서는 文末에 收錄된 參考文獻을 參考하기 바란다.

## 2. 抵抗器의 種類

抵抗器는 形狀에 따라 抵抗値를 固定시킨것과 變化시킬수 있는것 即 固定抵抗器와 可變抵抗器로 區分할수 있다.

다시 抵抗素體의 材料 및 構造에 따라 區分하면 炭素皮膜抵抗器, 炭素폼포깃신抵抗器, 金屬皮膜抵抗器, 金屬卷線抵抗器로 大別할수 있다. 代表的인 抵抗器를 列舉하여 그特徵을 比較하여

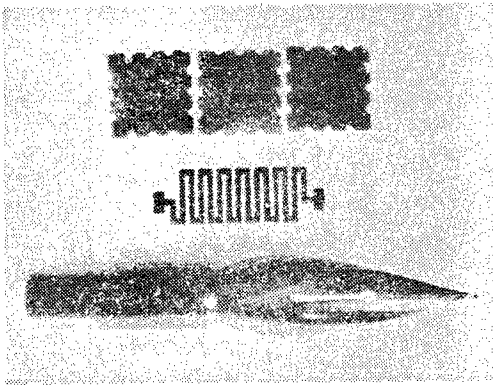


사진 6 薄膜平面抵抗器

보면 다음과 같다.

㉔ 炭素皮膜固定抵抗器; 현재 우리나라에서 가장 많이 사용된다. 抵抗溫度係數는  $350\text{ppm}/^\circ\text{C}$  정도, 周圍溫度는  $40\sim 70^\circ\text{C}$ 이다.

㉕ 絶緣形炭素皮膜固定抵抗器; 高信賴抵抗器로 사용된다. 濕도에 對한 影響이 적고 前者에 比하여 抵抗值 變化가 적다.

㉖ 콤포짓 선形炭素固定抵抗器; 特性에 있어서 皮膜形에 떨어지나 小型化가 容易하고 斷線되지 않으며 堅固하여 Transistor 化 프린트回路用으로 最適하다.

㉗ 金屬皮膜抵抗器; 溫度係數가  $25\text{ppm}/^\circ\text{C}$  정도이고, 使用周圍溫度도 높으며 雜音이  $0.1\mu\text{V}/\text{V}$  以下이고, 周波數特性도 좋다. 現在 特히 安定度와 信賴度가 要求되는 部分에 使用된다.

㉘ 電力形卷線固定抵抗器; 定格電力  $2\text{W}$  以上, 最高  $1\text{kW}$  의 抵抗器도 製作可能하다. 그構造上, 高溫에 견딜수 있고 放熱性도 좋으므로 TV, 通信機等의 高壓回路에 널리 使用된다.

㉙ 精密形卷線固定抵抗器; 電子計算機, 航空用 電子裝置等의 高度의 精密度를 要求하는 電

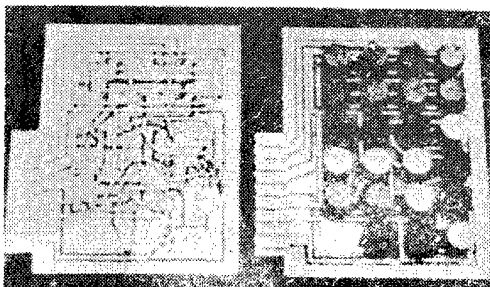


사진7 Module化한 回路의 一例 (Fairchild 論理回路)

子機器에 使用된다. 抵抗值許容範圍는 1% 以下가 要求되고 溫度係數는  $20\text{ppm}/^\circ\text{C}$  程度이다.

㉚ 精密形卷線可變抵抗器; 抵抗值가 安定하고 溫度係數가 적은것은 前者와 같으며 可變範圍內에서 直線性이 좋으므로 電子計算機等에 많이 使用된다.

㉛ 炭素系可變抵抗器; 넓은 範圍의 抵抗值를 比較的 쉽게 얻을수 있다. 最高使用電壓은 抵抗器의 크기, 抵抗變化特性에 關係가 있으므로 使用時 注意하여야 한다.

㉜ 콤포짓 선形炭素可變抵抗器; 他의 可變抵抗器에 比하여 抵抗體가 매우 두터움으로 消費電力이 尙뿐만 아니라 抵抗值를 얻을수 있으므로 여러가지 應用面이 開發되고 있다.

㉝ 電力形卷線可變抵抗器; 航空機, 通信機, 醫療機器等에 使用되는데 全部 耐火物로 되어 있기 때문에 高溫에 잘 견디고 放熱性이 좋다, 抵抗器는  $10\text{W}\sim 2\text{kW}$  程度까지 있다.

㉞ 多回轉型精密卷線抵抗器; 可變抵抗器로서의 用途보다는 一般의 高精度可變分壓器 또는 偏位器等의 電壓變換器로서 使用된다. 現在 直線度는  $\pm 0.15\sim 0.025\%$  의 製品까지 있다.

㉟ 薄膜抵抗器; 安定度 信賴度의 向上, 超小型化, 低雜音化, 高周波化, 耐高溫性을 具備한 抵抗器로서 重要한 役割을 하고 있다.

㊱ Thermistor; CR 發振器의 振幅安定, 搬送回線의 自動利得調整, 트랜지스터回路의 溫度補償 및 溫度計, 風速計算에 널리 使用된다.

㊲ Varistor; 抵抗值를 變化하는 回路素子로서 用度가 많다.

㊳, ㊴의 Thermistor와 Varistor는 抵抗器라고는 한수 없으나 Sensible Resistor로서 參考로 記入하였다. 사진1~사진8에 各種抵抗器를 보였다.

以上을 綜合하여 抵抗器를 分類하여 보면 Ⅱ와 같다.

### 3. 炭素皮膜固定抵抗器

現在 國產品 라디오에 使用되는 抵抗器의 거의 全部가 이 抵抗器이다. 이 抵抗器는 1929年頃 獨逸에서 처음으로 開發되었고 日本에서는 그때부터 約 5年後에 商品化된 歷史的으로 約 40년

抵抗器	固定抵抗器	金屬	卷線	多層卷	低電力形.....(RB)
				單層卷	埋込取付形.....(RH)
			金屬皮膜	金屬蒸着	모울드形.....(RU)
				體抵抗	ケル金屬膜.....(RN)
					타탄金屬膜.....(RN)
		炭素	樹脂混合	酸化物燒付	E, C, 膜.....(RN)
				體抵抗	콤포깃션形.....(RC)
			炭素皮膜	碳化珪素	高電力形.....(RZ)
				粉末塗布	電力形.....(RD)
				熱分解	高抵抗.....(RM)
	可變抵抗器	金屬	卷線	多回轉形	트리마形.....(RT)
				回轉形	해리포트形.....(RT)
		金屬皮膜	酸化物燒付	金屬膜.....(RV)	
				回轉形	콤포깃션形.....(RV)
			體回轉	炭素皮膜	回轉

표 2 抵抗器의 分類

이 되었다. 그러나 이 저항기가 매우 안전한 성능을 갖게 된 것은 近年의 일이다.

0.1~0.01mmHg의 眞空爐속에서 1000~1200°C로 加熱된 磁器基體에 Benzol Methane 등의 炭化水素 蒸氣를 보내어 炭素皮膜을 析出시키는 熱分解折出方法으로 抵抗素子를 만든다. 이때 磁器基體는 抵抗器의 負荷特性壽命에 큰 影響을 끼치므로 現在에는 長石系의 磁器를 많이 彩用하

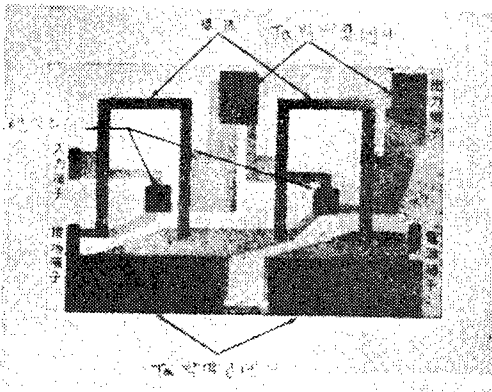


사진 8 薄膜集積回路의 一例

고 있는데 Alumina磁器, Magnesia磁器도 高級品을 使用하는 傾向이 있다. 端子를 붙인 후 目的하는 抵抗値를 얻기 爲하여 Spiral Cutting을 하게 되는데 이 工程에서 初期抵抗値를 1/4W에서 500倍, 2W에서 2000倍가량 抵抗値를 增大시킬 수 있다. 絶緣 및 防濕塗料를 칠하여 乾燥시키면 抵抗器가 完成된다. 그러나 이 抵抗器는 時

日이 經過함에 따라 抵抗値가 變化함으로 6個月以上の 枯化期間이 必要하다고 한다.

溫度特性은 負의 方向으로 거의 直線的이다.

#### 4. 絶緣形炭素皮膜固定抵抗器

이 抵抗器는 炭素皮膜固定抵抗器의 抵抗素體를 蠟 樹脂, 에폭시樹脂 其他樹脂로 모울드成型하여 密封한 構造를 가지고 있다. 이 抵抗器의 抵抗素體인 析出炭素는 高溫에서 空氣中の 酸素와 結合하여 表面酸化物을 形成하여 抵抗値를

抵抗器의 種類	最高溫度	備 考
金屬卷線抵抗器(電力形)	275°C	300°C(Paintion)
" (精密形)	145°C	340°C(Sprague)
金屬皮膜抵抗器(精密形)	120~170°C	170°C(IRC)
" (電力形)	195°C	195°C(Varistor)
	225°C	系Ni-Cr 共295°C (Corning GW)
炭素皮膜抵抗器(非絶緣形)	120°C	130~160°C 耐熱
" (絶緣形)	150°C	塗料를 使用한것모
		울드형
콤포깃션形抵抗器	130°C	體抵抗器形은 150°C까지 使用할 수 있다

표 3 各種抵抗器의 最高使用溫度

變化시키므로, 普通의 炭素皮膜抵抗器의 最高使用溫度가 120°C인데 反하여 空氣中の 酸素와 隔離된 構造를 가지고 있는 絶緣形에서는 150°C까지 使用可能하다. 成型材料는 一般의으로 다음 두條件을 滿足하는것을 擇한다.

① -55°C와 85°C 또는 -65°C와 125°C의 溫度에서 試驗을 할경우 成型外裝에 龜裂이 생기

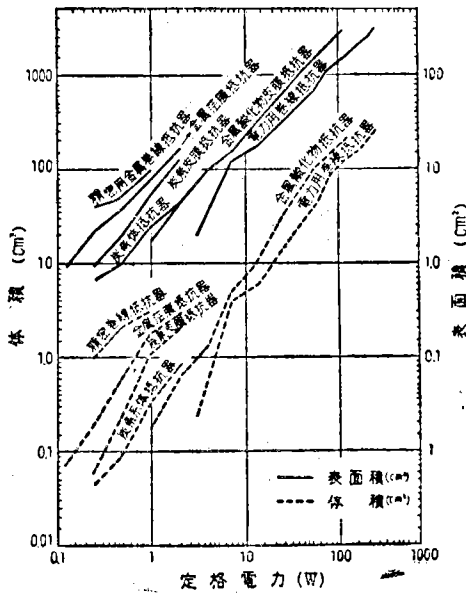


그림1 現用各種抵抗器의 定格電力과 表面積 體積과의關係

지 않은것

㉑ 耐熱도가 높고, 成型이 容易할것

5. 콤포지션형抵抗器

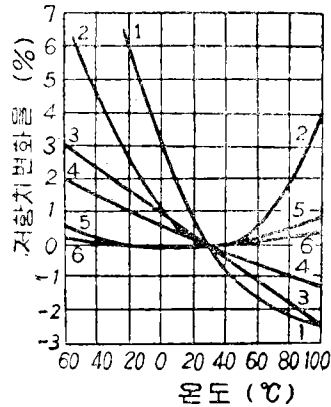
이 抵抗器는 炭素粉末과 樹脂의 混合物로 抵抗材料를 만들고 前項에서 記述한 모울드成型材料로서 加壓成型한 것이다. 그構造를 보면 유리管에 皮膜形으로 抵抗膜을 만들고, 이것을 모울드成型한것과 抵抗體를 體形으로 成型한것이 있다. 前者에 比하여 後者가 製造工程上 機械化하기 쉬우므로 後者가 더욱 많이 生産되고 있다.

抵抗器	定格電力 1/8W	1/4W	1/2W	1W	2W	周圍溫度
炭素皮膜抵抗器	250V	300V	350V	500V	750V	70°C
炭素體抵抗器		250	350	500	750	70°C
金屬氧化物抵抗器			350	500	750	120°C
金屬薄膜抵抗器	250	300	350	500	750	80~125°C

표4 實用 抵抗器의 最高使用電壓 (MIL JIS 規格에 依함)

이 抵抗器의 製造方法은 各國마다 不同하고 美國에 있어서도 品質이 좋은 抵抗器를 만들어 내는 會社는 그리 많지 않다.

이 抵抗器의 特徵은 炭素皮膜抵抗器와는 달리 抵抗值의 溫度特性이 直線의이 아닌 點이다. 實



- ① 콤포지션형炭素體抵抗器
- ② 콤포지션형炭素皮膜抵抗器
- ③ 熱分解析出炭素皮膜抵抗器
- ④ 金屬氧化物皮膜抵抗器
- ⑤ 金屬薄膜抵抗器

그림2 各種抵抗器의 溫度特性

溫습 基準으로 하이 溫度가 높아지거나 낮아 짐에 따라 抵가 增加하여 雙曲線 모양을 이루고 있다. 또

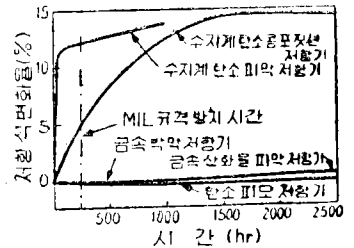


그림3 各種抵抗器의 溫度特性

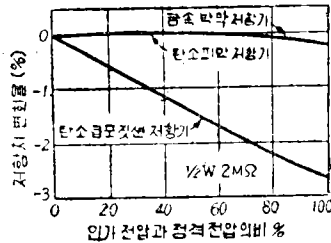
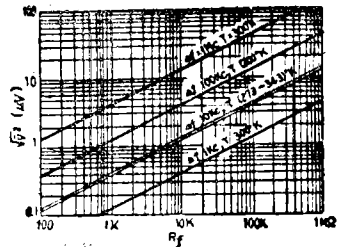


圖4 各種抵抗器의 電壓依存性

하나의 特徵은 使用電壓에 따라 抵抗值가 變化한다 이러한 現象을 表示하기 爲하이 電壓係數라는 概念을 使用하고 있다. 即 定格電壓의 1/10의 電壓을 加하였을때 抵抗值와 定格電壓을 加하였을때의 抵抗值의 差를 測定하여 單位電壓의 變化로 計算한것이다.



그런데 一般的 熱雜音電壓의 抵抗值依存性으로 電壓係數가 큰 抵抗일수록 雜音特性이 좋지 않은것으로 認定되어 있다.

6. 樹脂系抵抗器

樹脂系抵抗器란 炭素粉末에 合成樹脂를 混合

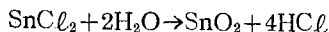
한 抵抗液을 塗布하여 加熱燒成하여 만든것으로 可變抵抗器의 抵抗素體 또는 超高抵抗器의 素體를 만드는에 利用된다.

### 7. 金屬皮膜抵抗器

1955年 美國에서 니크롬(Ni-Cr)系合金을 眞空中에서 蒸發시켜 이것을 基體上에 蒸着시킴으로서 所謂 薄膜抵抗을 만들었다고 發表함으로서 急進的으로 이系統의 抵抗器가 開發되었다.

이抵抗器는 抵抗의 溫度係數가 매우 작고 安定한 抵抗値를 얻을수있는것이 特徵이다 形態가 매우 작으면서도 高抵抗値를 얻을수있고, 매우 精密한 抵抗値를 만들수 있을뿐만 아니라 周波數特性이 좋으므로 精密級卷線抵抗器를 代置하여 高精度의 電子機器에 많이 使用될 展望이 보인다.

上記한 眞空蒸着法外에 還元法에 依한 酸化錫의 金屬皮膜抵抗器가 있다. 미리 400°C 程度로 加熱된 抵抗基體에 鹽化錫의 水溶液을 품어 불이거나 浸漬시켜 이것을 다시 800°C 程度로 加熱하면 安定性이 좋은 抵抗體가 얻어 진다. 卽



로 되어 堅固한 酸化錫膜이 얻어진다. 이들 抵抗器의 溫度特性을 보면, 製造方法에 따라서는 溫度係數를  $\pm 0$ 으로도 할수 있으나 一般的으로 蒸着金屬膜일 때는  $\pm 25, \pm 50, \pm 100, \text{ppm}/^\circ\text{C}$  金屬酸化物的 境遇에는  $\pm 100, \pm 150, \pm 200 \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 는 쉽게 얻을수 있다. 後者의 境遇 筆者의 試作品으로도 確認되었다. 그런데 炭素皮膜抵抗器의 溫度係數는  $\pm 200 \text{ppm}/^\circ\text{C} \sim \pm 1000 \text{ppm}/^\circ\text{C}$  程度이다.

金屬酸化物皮膜抵抗器와 炭素皮膜抵抗器를 比較하면 前者는 皮膜이 強하고 耐熱性이 좋다. 例를 들면 金屬酸化物皮膜은 可變抵抗器의 素體로 使用하면 그 壽命이 炭素可變抵抗器에 比하여 훨씬 길어 지게 되고, 같은 體積의것으로 3倍의 電力容量을 낼수있으며 使用溫度에 있어서도 後者는 70°C程度인데 前者는 120°C까지 使用可能하다.

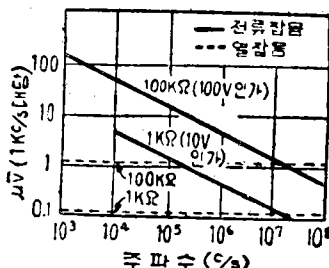
그리고 炭素皮膜抵抗器나 卷線抵抗器 등의 電力容量 2W로부터 10W 程度의 中間負荷容量의 것의 크기가 상당히 커지기 때문에 매우 不便을

느끼고 있는 形便이므로 今後의 金屬酸化物皮膜 抵抗器에 期待가 크다.

### 8. 卷線抵抗器

卷線抵抗器는 綿卷 또는 絹卷의 被復抵抗線을 樹脂積層板 또는 樹脂成型보빈에 嵌아서 만든것으로 測定器나 브릿지 回路의 標準抵抗으로 使用되고 있다.

抵抗線材料로서는 망간닌, 에드반스, 콘스탄탄 및 니크롬 등의 合金抵抗線이 使用되고 卷線方法으로서는 窒着卷, 바이파일라卷, 에아돈페리卷 등이 있다.



또 니크롬의 抵抗線을 磁器 보빈에 單相으로 嵌고, 그위에 호로粘藥을 塗布하여 700°C~800°C의 高

그림6 抵抗體의 電流雜音과 熱雜音 溫에서 加熱燒成하여 만든 電力用卷線抵抗器가 있다 이抵抗器는 無線機, 放送機 등의 大型機器의 直流電源回路用으로 多量 使用된다.

一般的으로 卷線抵抗器는 인덕턴스가 크기 때문에 高周波特性이 나빠서 電子機器, 回路에는 使用할수 없는것으로 알려져 있으나 卷線方法과 抵抗線徑을 適當히 選定하여 設計하면 相當히 높은 周波數까지 使用할수 있다. 現在 5kΩ까지의 範圍에서는 周波數 10Mc 程度까지 使用할수 있는것이 製作되었다.

한편 卷線形 可變抵抗器에 있어서는 小形 트리머用으로 부터 大形精密用에 이르기까지 여러 種類가 있다. 大形精密用으로는 直徑이 350mm로서 抵抗値의 變化모양이 正弦波形式으로 變化하며 分解能과 直線性이 매우 좋은것이 製品化되어 自動制御機器系統에 使用되고 있다.

電力用可變抵抗器로서는 10~2,000W 程度의 것이 商品化되어 無線機器等 各種 電源回路에 使用되고 있다.

이밖에 軍用機器 미사일 레이더裝置, 電子計算機 等に 使用되는 安定性이 좋고, 精密도가 큰 抵抗器로서 포텐서메터(Potentiometer)나 半固

定用 트리머 포텐서메터(Trimmer Potentiometer) 등이 있으며 分解能을 특히 좋게하기 위하여 抵抗體를 螺旋上으로 設計한 多回轉形 헬리칼 포텐서메터(Helical Potentiometer) 등이 있다.

9. 炭素系可變抵抗器

이 抵抗器의 抵抗素體는 高溫度에서 炭素粉末을 燒結하고 이것을 樹脂와 알콜로서 잘 配合하여 抵抗液을 만든後 樹脂積層板에 塗布하여 加熱燒成하여 만든다. 이 抵抗器는 電氣的部分外에 機械的的部分이 있으므로 그 形態와 寸수를 決定하는것은 特別히 機械的的部分에 左右된다. 電子機器가 小形化 됨에 따라 이 可變抵抗器도 小形化되어 直徑이 6mm程度의 것까지 商品化되고 있다.

機構的으로 보면 電源스윗치가 붙어 있는것 二重袖 또는 並列 四重袖 등 여러가지가 있다. 그 밖에 높은 安定度를 要求하는 것은 氣候的인 影響을 적게 하기 위하여 氣密機構를 採擇한것도 있다. 第2次 大戰後 美國에서는 콤포짓션 形抵抗器와 同一한 抵抗素體를 利用한 可變抵抗器가 開發되었다. 負荷電力容量이 클 뿐만아니라 摺動雜音이 적은것이 特徵이다.

10. 磁器抵抗器

最近 高溫度用 抵抗器로서 磁器抵抗器가 開發되었다. 小形으로 큰 負荷容量을 갖고 있으므로 電源回路用으로 有望하다고 할수있다. 이 抵抗器는 炭素粉末과 無機質 바인더(Binder)에 粘土를 넣어 成形하여 1000°C以上の 高溫에서 長時間燒成하여 만든 것이므로 品質이 安定하고 耐熱性이 크며 外氣의 影響, 特別히 濕度에 依하여 劣化하지 않는다.

負荷電力에 있어서는 炭素皮膜抵抗器에 比하

여 2~4배이며 過負荷로 因하여 抵抗體가 赤熱된 後에도 다시 原狀으로 도라오는 것이 特徵이다.

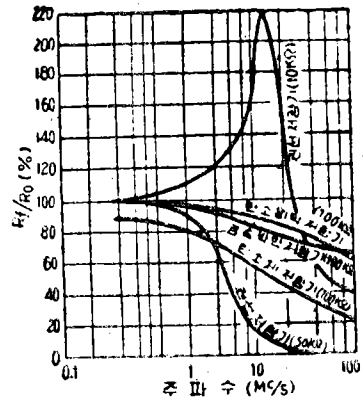


그림7 各種抵抗器의 周波數特性

現在 1~8W 負荷容量의 抵抗値가 商品化 되어 있으나 10kΩ 以上の 値는 아직 나오지 않고 있다. 그림1~그림7에 各種 抵抗器의 特性을 比較하여 表示하였다.

參 考 文 獻

1. Wellard, "Resistance and Resistors", McGraw-hill, 1960.
2. Henney Walsh, "Electronic Component Handbook", McGraw-hill, 1957.
3. 高野留八 "抵抗器", 日刊工業新聞社, 1962.
4. 東 常義 外2人, 解説 電子部品① JIS, 抵抗器編, 日刊工業新聞社 1964.
5. 二見格男 外6人, "薄膜技術とその應用" 第5章 P. P. 130~163 日刊工業新聞社 1962.
6. 城阪俊吉 外1人, "電子機器部品", 電氣書院, 1960.
7. 電子技術, 1962年 6月號
8. 電子材料, 1965年 5月號
9. 電子材料, 1966年 2月號
10. 電子技術, 1966年 1月號

(3에서 10까지는 日本文獻임)