

Capacitor의 新誘電材料 技術

金城鎬*

(*三和電機(株) 技術 研究所)

1. 序 言

科學 技術의 發展과 더불어 Capacitor의 使用 分野는 점점 擴大되고 있으며 各種의 Capacitor가 各 各의 分野에서 特色에 맞게 使用되고 있다. Capacitor는 서로 마주보는 電極 사이에 誘電體를 插入 시킨 아주 簡單한 構造이지만 必要한 電荷를 蓄積했다가 放電시킬 수 있고, 直流는 遮斷하고 交流는 通過 시키는 特性을 갖고 있어 電氣, 電子 回路에서 없어서는 안 될 基本的인 素子로 使用되고 있다. Capacitor는 그 使用 材料에 따라 種類가 多樣하며, 材料에 따라 그 性能도 各各 다르다.

電力用 Capacitor는 使用 材料가 主로 종이, 또는 Wax나 絶緣油를 含浸 시킨 종이나 金屬化Film을 使用 하고 있으며, 改善의 進歩 速度가 눈에 뵈는 程度는 아니지만 高壓 進相用은 10年前에 比하여 그 크기가 約1/2 程度로, 低壓 進相用은 MP Capacitor의 普及으로 約 1/3程度로 적어졌다. 反面, 電子機器用 Capacitor는 새로운 技術의 開發과 技術의 革新으로 名實相扶한 日就月將의 進歩가 이루어져왔고, 特히 Transistor의 發明과 더불어 I.C.의 出現은 低電力, 低電壓으로 動作되는 回路를 可能하게 하였고 이에 따라 回路의 部品密度를 增加 시킬 수 있어 回路部品중 가장 부피가 큰Capacitor는 小型化를 아주 심하게 要求해 왔다. 最近의 部品の 進歩歷史는 이 小型, 輕量化의 歷史라 해도 過言이 아니며 지금

도 이것은 繼續 進行 되고 있다. 한편, Computer, V. T. R., T. V., AUDIO等 電子回路의 複雜化와 大型化에 따른 部品の 高信賴 및 安定性의 要求도 強力히 要求하는 狀況이며 Capacitor의 使用 分野의 擴大는 Capacitor의 使用 環境範圍의 擴大를 해서 滿足한 部品으로 만들어야 하는것, 들이 Capacitor 技術의 進行 및 進歩 方向이라할 수 있다. 따라서 電子回路用 Capacitor의 改善 方向은 (1) 小型輕量, (2) 높은 安定성과 信賴度, (3) 高 性能의 附與, (4) 低價格化, (5) SMT(or SMD) 化 등이 主流를 이룰 것이다.

電子部品の 生産은 多量(大量) 生産을 해야 하는 特徵을 갖는 産業으로 月産, 數 百萬, 數 千萬個를 한 工場에서 生産하고 있으며 이러한 理由로 實驗室의으로는 優秀한 性能의 Capacitor를 開發하여도 그것이 바로 商品으로 發展하는 것이 疑問時 되는 것이며 무엇보다 새로운 Capacitor가 生産 技術적으로 쉽게 製作할 수 있는가를 同時에 檢討 해야 하는 點이 重要하다 할 수 있다.

2. 小型化, 輕量化의 技術

前述한 것과 같이 電力用 Capacitor는 特別히 新 種이라 할 수 있는 것은 아직 나타나고 있지는 않지만 現在 技術的인 進歩의 흐름에 대해서만 簡略히

記述하고자한다.

電子回路용 Capacitor는 最近 數年間의 進歩는 小型化, 輕量化에 焦點이 맞춰져서 이러한 小型化, 輕量化는 I. C. 나 L. S. I., V. L. S. I. 等 直積 回路의 發達에 의한 低電力, 低電壓에서 動作되는 電子回路의 出現으로 使用 電壓이 낮아 지게 되므로써 이에따라 誘電體의 두께를 얇게 하는 方法을 適用 하고 있다. 이와 같이 誘電體의 두께를 얇게 하는 技術-即, 薄膜化 技術은 最近에 膜에 대한 物理的인 研究가 進歩되면서 더욱 注目을 끄는것은 眞空 蒸着技術이 넓게 普及되어 예전에 比하여 均質된 薄膜을 쉽고도 低廉하게 얻을수 있기 때문이다. 또한, 이렇게 얇은 薄膜에 電極으로 使用할 金屬層을 形成시키고 다시 여러겹 겹쳐 多層의 薄膜層 Capacitor構造를 만들어 外部 引出端子를 附着시키거나 또는 卷廻하여 形成시킨후 外部 引出端子를 附着하는 方法으로 小型化된 Capacitor를 製作 하고 있다.

小型化의 方法으로 다음으로는 比誘電率(ϵ)을 높이거나, 얇고도 耐電壓이 높은 新素材의 開發과 既存材料의 缺陷을 改善 내지는 改良하여 工業化 하는 것이다. 前者는 科學의 發達과 더불어 生成된 新素材를 Capacitor에 適用性的 檢討 및 應用與否를 集中的으로 研究 하는데 그 目的이 있다 하겠으나 後者는 量産하기 우한 生産技術的인 要素도 包含 되는 것이다.

2.1 電力用 Capacitor의 改善, 開發 方向

(1) Capacitor用 紙 製造 技術의 改良

Capacitor紙는 두께에 따라 薄紙와 厚紙로 나뉘며 抄紙機도 薄紙는 長網式, 厚紙는 丸網式을 使用하고 있다. 薄紙는 直流用이나 交流低壓用に 厚紙는 交流高壓用に 使用하고 있다. Capacitor 薄紙는 導電性 微粒子나 Pin Hole의 除去가 關鍵이고 最近에 含侵劑로 有機物에 溶解性이 큰 三鹽化 Di-Phenyl이 使用, 叩解Pulp의 洗滌技術改善이 이루어지고 있다. 交流用Capacitor紙로서는 겉보기 誘電損失을 낮추고 Corona開始 電壓을 높이는 것을 目的으로 하여 低密度, 高氣密度의 紙質의 改善方向으로 하고, 高溫時의 誘電損失을 改善 하기 위하여 纖維中에 包含되어 있는 一價

표 1. Cyano Ethyl化 Pulp 및 종이의 誘電率

形 狀	Kraft	Cyano Ethyl化	
		N 含有量 0.77%	N 含有量 2.3%
Pulp	5.90	6.44	6.85
5鹽化 Di-Phenyl 含浸紙	5.32	5.65	6.0
5鹽化 Orto Nitro Di-Phenyl 含浸紙	7.90	—	9.52

金屬Ion을 除去 하기 위하여 製紙會社에서 努力 하고 있다.

(2) Cyano-ethyl化紙

化學處理에 의해 從前 종이의 耐熱性을 높인 改良紙의 一種이다. 즉, Cellulose分子에 包含된 -OH基의 一部를 Cyano-ethyl化한 것이다. 이 改良紙는 絶緣油에 含浸시킨 경우에 特히 耐熱性이 增加하여 Kraft紙에 比하여 約 20°C程度 上昇되며 表-1에 나타낸것과 같이 比誘電率이 上昇되고 高溫에서 改善되기 때문에 交流 低電壓, 直流 Energy 蓄電用 Capacitor로서 限定된다.

(3) Acetyl化紙

前述한 Cyano-ethyl化紙와 같이 Cellulose分子에 包含된 -OH基의 一部를 Acetyl基로 置換한 것으로 Acetyl化的 程度에 따라 電氣的 特性이 다르지만 Acetyl化度 約 35%前後가 좋은것으로 나타나고 있다. Acetyl化 함에 따라 종이는 低密度, 高氣密度化가 되기 때문에 交流用 Capacitor의 誘電體로서는 좋은 條件이다. 誘電率은 未處理紙에 比하여 약간 떨어 지지만 高溫에 있어서 誘電損失이 改善되고 高周波에서의 損失이 낮아 電力密度가 높은 交流用 Capacitor의 誘電體로 적합하다.

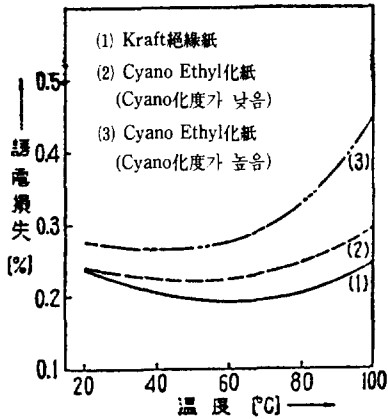


그림 1. 油浸紙(60Hz, 10kV/mm)

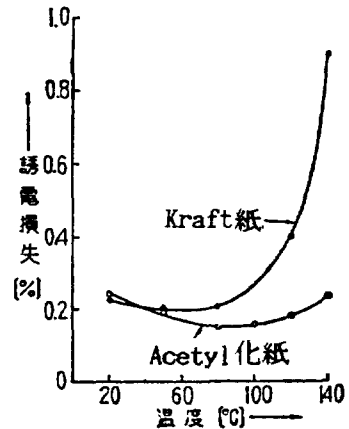


그림 2. Acetyl化紙의 誘電損失

(4) 活性 Alumina添加紙

Alumina添加紙는 종이, 또는 含浸劑중에 있는

Ion이 Alumina의 Ion吸着作用에 의하여 그 전도가 抑制되어 高溫에서 誘電損失을 改善한 것으로

표 2. 薄膜 製造 方法

薄膜 製造 方式	技術的인 特徵	最低薄膜두께	耐電壓	摘 要
Casting法	Plastic의 溶液(Lacquer)을 Roller에 塗布하여 薄膜을 製作 한다.	2.5 μ m	50V/ μ	Lacquer(ML) Capacitor로 生産
分散液 Casting法	溶劑에 녹지 않는 Plastic의 分散液을 Roller 또는 浸漬法으로 塗布하고 熱處理하여 薄膜化 한다.	3 μ m	10V/ μ	Teflon, 磁器等に 이용, 工業化
Glow放電 重合法	Plastic單量體의 Gas中에서 Glow放電을 하여 電極上에 重合, 薄膜을 製作	0.5 μ m	100V/ μ	Glofilm Capacitor로 工業化
眞空 蒸着法	高眞空中에 無機物을 熱分解 Gas化하여 蒸着, 薄膜化 한다.	0.1 μ m	100V/ μ	金屬化 Plastic 및 金屬化 종이에 適用中
熱 分解法	有機金屬 化合物을 高溫에서 分解하고 金屬 酸化膜을 定着시킨다.	1 μ m	100V/ μ	
強制 酸化法	金屬을 高溫 또는 高溫 蒸氣中에 酸化시켜 酸化된 薄膜을 製作한다.	1 μ m	100V/ μ	開發中
電解 酸化法	金屬을 電解液中에 通電하고 金屬 酸化膜을 製作한다.	0.01 μ m	1000V/ μ	電解Capacitor에 適用中
電解 重合法	金屬을 電解液中에 通電하고 金屬 表面에 有機物을 重合, 薄膜化한다.	0.01 μ m	—	導電性 高分子 Capacitor에 應用中

표 3. 積層薄膜 製造方法

積層 薄膜 製造 方法	技術的인 특징	備 考
壓出 積層法	熱熔融 壓縮法으로 形成 할 수 있는 Plastic을 T다이의 가는 Slit로부터 壓出하고 Plastic이나 종이, Al박등의 基材위에 積層하고 冷却하여 固化하는 方法	
同時 壓出 積層法	2대 이상의 壓出機를 使用하여 Plastic을 各各의 壓出機에서 同時에 壓出하여 熔融狀態에서 2層 以上으로 積層하고 複合Film工程을 1工程으로 製造하는 方法	
Hot Melt 積層法	低分子Plastic等 Hot Melt를 基材薄膜에 塗布한 후 서로 붙여서 使用한다.	
乾式 積層法	有機 溶劑界의 接着劑를 基材薄膜에 塗布하여 乾燥機로 乾燥하고 接着劑가 塗布된 薄薄과 塗布가 안된 薄薄을 重疊하여 加熱, Roller로 압착하여 形成한다.	
濕式 積層法	水溶液性 接着劑를 基材薄膜에 塗布한후 붙인 다음 乾燥하여 接着한다.	
無溶劑型 乾式 積層法	無溶劑形 接着劑를 使用하여 上記한 壓出 積層法과 같은 方法으로 壓出 成形한다.	
Coating法	Plastic의 溶液을 Roller等에 轉寫시켜 앞에서 보내온 Plastic基材 위에 작은 定量을 塗布하여 乾燥시키는 方法이다.	

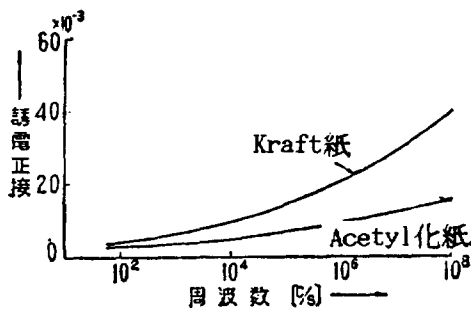


그림 3. Acetyl化紙의 誘電正接

이 종이는 製紙 工程을 그다지 變更하지 않고 生産할 수 있기 때문에 價格이 그다지 높아 지지 않는다.

(5) 含浸劑의 改善

종이Capacitor의 含浸劑는 過去에서 부터 여러가지로 變遷되어 왔으며 지금도 새롭고 理想的인 것으로 繼續 開發을 試圖하고 있다. 이 含浸劑의

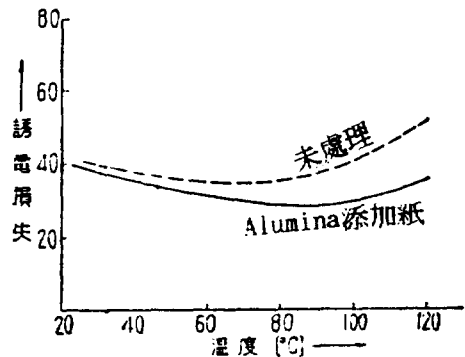


그림 4. 活性 Alumina添加紙의 誘電損失 5鹽化 Diphnyl含浸(50Hz)

條件으로는 1) 높은 誘電率, 2) 難燃性, 3) 固有 抵抗, 4) 高溫安定性, 5) 낮은 粘度로 좋은 流動性 6) 無毒性 등을 들 수 있다. Glutal酸과 Methyl-alcohol에서 誘導한 Ester油(bis-3-Methylglutalate)는 거의 이러한 要求를 滿足시켜준다.

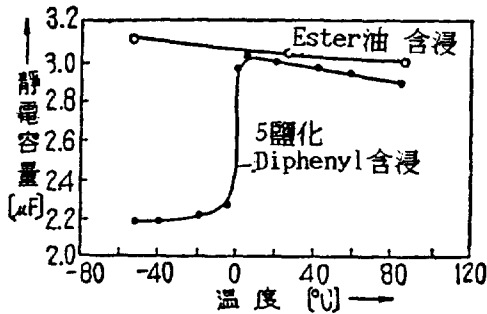
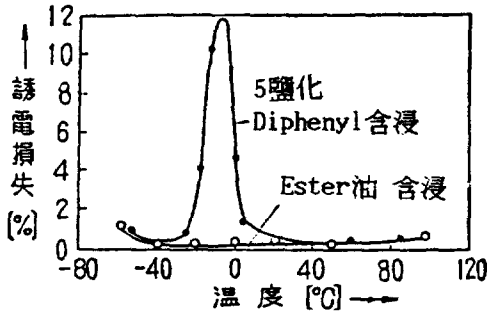


그림 5. 5層化Diphenyl 含浸紙와 Ester油 含浸紙 Capacitor의 特性 比較

2.2 電子機器用Capacitor의 改善, 開發方向

小型化 및 電子機器用Capacitor의 改善, 開發에 必要한 誘電體의 薄膜化 技術中 表-2에는 薄薄 製造 方法을, 表-3에는 積層薄膜 製造方法의 一例를 列舉 하였다.

이러한 技術들은 現在도 그 方法이 持續的으로 改善되고 있으며 이러한 方法의 改善을 土臺로 하여 Capacitor의 小型化와 Capacitor에 새로운 性能이나, 適用 領域 範圍 擴大를 이루게 할 것이다.

Capacitor는 아주 많은 種類가 있으나 일일이 열거 하지않고 그중에 몇가지 重要한 내용만 記述하려 한다.

(1) Aluminium 電解Capacitor

Aluminium 電解Capacitor는 小型化의 方法으로 對向 電極의 面積을 키우기 위하여 陽極, 陰極用 Foil의 表面의 粗面度를 더욱더 키우거나 兩極의 實效 부피를 늘리는 方向으로 하여 小型化하고 있다. Aluminium 電解Capacitor는 膜의 두께만 을 考慮한다면 薄膜Capacitor의 元祖라 할 수 있

으나(誘電體로 陽極箔에 입혀진 AL_2O_3 의 두께가 數 μm 程度이다) 實際의 陰極인 電解質液을 包含 시키는 電解Capacitor紙, 電極의 構造等에 의하여 그 크기가 커지기 때문이다. 따라서, Aluminium 電解Capacitor는 그중 많은 부피를 차지하는 電解Capacitor紙를 얇고도 電子의 移動度가 높고 Short率이 낮은 安定된 것의 採用과 粗面度를 더욱더 높인 電極의 採擇과 이를 量產化 하는데 필요한 生産技術의 確保가 關鍵이라 할 수 있다.

(2) Plastic Film Capacitor

Plastic Film Capacitor는 最近의 Plastic Film의 薄膜化 技術의 進歩에 의하여 많은 種類의 새로운 Plastic이 Capacitor의 誘電體로 登場하고 있다. Capacitor用으로는 가장 오래된 Plastic은 P. E. T.(Poly Ethylene Terephthalate)이고 現在도 가장 많이 使用되고 있으며 膜의 強度가 크고 堅固하기 때문에 薄膜化가 容易하다. 表-4에 여러 가지의 Plastic의 特徵을 列舉하였다.

이중 특히 P. P. S(Poly Phenylene Sulfide)는 誘電損失이 낮고(Poly-Propylene水準) 耐熱性이 높기 때문에 Plastic Film Capacitor의 新素材로서 注目を 끌고 있다.

Plastic Film Capacitor 小型化의 基本 方向은 점점 더 얇은 Film의 材料를 使用하고 電極의 차지하는 比重을 낮추는 方法을 결합하여 進行되고 있다. 특히 電極用으로 金屬箔을 使用하는 Type은 電極箔이 Plastic Film Capacitor에서 차지하는 體積比를 낮추기 위해서 얇은 電極을 適用 하려고 Al箔의 引張強度를 높이는 方法으로 Al의 合金 金屬도 檢討의 소지가 있다. 그러나 電極箔의 두께를 낮추는 것은 限界가 있으므로 더욱 얇은 Plastic Film을 適用의 檢討가 必要하다. 한편 金屬化 Plastic Film Capacitor는 前述한 종이 Capacitor(또는 金屬化 종이Capacitor)가 갖는 많은 短點을 補完 할 수 있기 때문에 低壓 電力用으로도 使用되고 있으며 金屬箔형에 비하여 크기가 월등히 작어 電子回路의 小型化에 最適이라 할 수 있다. 最近에는 1.3 μm 두께로 만들어진 Plastic Film Capacitor가 商品化되는 등 小型化의 進行이 比較的 빠른편이다. Plastic Film Capacitor는 무엇보다도 周波數 特性이 좋아

표 4. 여러가지 Plastic Film의 特性

特性 種類	最低두께 (μm)	密度 (g/cm^3)	使用溫度 範圍($^{\circ}\text{C}$)	延伸率 (%)	誘電率 (ϵ) 60Hz	誘電 損失 60Hz	固有抵抗 $\Omega\text{-cm}$
P.E.T.	1.0	1.20	-95~+130	150	3.0~3.3	0.1~0.5	$>10^{17}$
P.S.	10	1.05	-55~+80	10~20	2.3~2.7	0.002~0.1	$>10^{16}$
P.P.	1.0	0.89~0.91	-50~+85	40~150	2.1~2.2	0.002~0.05	$>10^{18}$
P.C.	2.0	1.4	-60~+125	110	2.6~3.2	0.05~0.25	$>10^{17}$
P.V.D.F.	6.0	1.8	-90~+150	100~150	9.5~11	0.5~2	$>10^{13}$
P.T.F.E.	6.0	2.2	-90~+260	100~350	2.0~2.1	0.005~0.05	$>10^{17}$
P.P.S.	1.0	1.35	-90~+130	100	2.9~3.0	0.002~0.005	$>10^{16}$

- ※ P.E.T. : Poly Ethylene Terephthalate
- ※ P.S. : Poly Styrene
- ※ P.P. : Poly Propylene
- ※ P.C. : Poly Carbonate

- ※ P.V.D.F. : Poly Vinylidene Fluoride
- ※ P.T.F.E. : Poly Tetrafluoro Ethylene
- ※ P.P.S. : Poly Phenylene Sulfide

High Frequency의 電子回路에 使用되고는 있었으나 그간 高溫에서 (125°C) 使用했던 P. T. F. E.는 材料의 高價로 限定된 部分에만 使用하던 것이 最近에 最高使用溫度가 같은 水準이면서 比較的 價格도 싸고 小型化側面에서도 보다 有利한 P. P. S.의 出現 및 約 $2\mu\text{m}$ 두께로 만들어진 Plastic Film Capacitor가 商品化되어 注目의 對象이 되

고 있다.

(3) 磁器(Ceramic) Capacitor

Ceramic Capacitor는 1) 溫度補償用, 2) 高誘電率, 3) 半導體 Ceramic等 크게 3種類로 나뉘어진다. 初期에는 單板型으로만 生産하다가 最近에는 大容量을 얻기 위해서 薄膜의 誘電體를 積層하여 만든 積層型Ceramic Capacitor가 開發되어 $100\mu\text{F}$ 이상의 것도 만들수 있게 되었다. 이 積層 Ceramic Capacitor는 그림-6과 같은 構造로 되어 있으며 内部 電極과 수십 μm 의 얇은 Ceramic薄膜이 수~수십층 重疊하여 燒結하고 形成된 内部 電極이 並列로 연결되도록 外部端子를 設置한 構造이다.

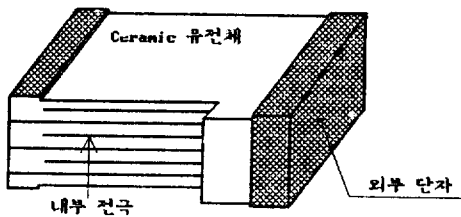


그림 6. 積層 Ceramic Capacitor 構造

大容量化하기 위하여 最近에는 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 의 낮

표 5. 代表的인 제 3成分 組成

$\text{Pb}(\text{Zn}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Zn}_{1.3} \text{Ta}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{In}_{1.2} \text{Nb}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Mn}_{1.2} \text{Sb}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Mg}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$
$\text{Pb}(\text{Sb}_{1.2} \text{Nb}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Mg}_{1.2} \text{W}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Co}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Fe}_{1.3} \text{Sb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Y}_{1.2} \text{Nb}_{1.2})\text{O}_3$
$\text{Pb}(\text{Mn}_{2.3} \text{W}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Ni}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Li}_{1/4} \text{Nb}_{3/4})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Mn}_{1.2} \text{Nb}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Mn}_{1.3} \text{Bi}_{2.3})\text{O}_3$
$\text{Pb}(\text{Mn}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Cu}_{1.4} \text{Nb}_{3.4})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Co}_{1.2} \text{W}_{1.2})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Fe}_{1.3} \text{Nb}_{2.3})\text{O}_3$	$\text{Pb}(\text{Li}_{1.4} \text{Sb}_{3.4})\text{O}_3$

은 溫度에서 燒結되는 Ferroscaite化合物이 檢討되고 있다. 代表的인 組成은 $Pb(Fe_{1.2} W_{1.3})O_3$ 33 mol % $Pd(Fe_{1.2} Nb_{1.2})O_3$ 67mol %이다. 이 組成에서 유리점은 15°C 附近이며 比誘電率은 約 8000으로 큰 값을 나타내고 있다. 内部電極으로는 Ag/Pd=85/15를 사용하고 薄膜化技術, 精密印刷技術, 多層化에 따르는 壓着, 切斷, 熱處理, 燒結 技術等の開發로 10~400 μ F의 大容量의 製品도 出現하고 있다. 이 以外에도 上記한 2成分界에 $Pb(Zn_{1.3} Nb_{2.3})O_3$ 를 添加한 3成分界도 檢討, 調査되고 있으며 이 제3成分界는 燒結溫度가 더욱 낮아져 約 850°C 程度이다. 代表的인 제3成分 組成에 대해서 표-5에 表示하였다.

※ 以外에도 Tantalum固體, Mica, Glass等 많은 種類의 Capacitor가 있으나 以上에서 省略 하겠다.

3. 高性能, 高安定性的의 附與

既存의 Aluminium 電解Capacitor는 實 陰極으로 液狀의 電解質을 使用하여 왔으나 液體라는 物質의 性質 때문에 自體의 比抵抗을 어느 程度의 값(≈100 Ω -cm)以下로 낮추기도 어려울 뿐만 아니라 溫度의 影響도 많이 받고 특히 漏洩電流가 크고 周波數 特性이 떨어지는 短點이 있었다. 이러한 缺點은 그래도 가장 낮은 價格으로 大容量을 얻을수 있다는 見점에서 維持되어 왔으나 電子回路의 複雜化와 大型化, 高信賴化에 따른 Capacitor의 高信賴化도 必須 不可缺하게 되었다. 더우기 電子回路의 高信賴化에 따른 使用周波數의 領域擴大와 高周波數化되고 各種 信號의 Digital化와 電子機器의 小型化로 部品の 集

積密度가 높아짐에 의한 Capacitor의 使用溫度도 높아지고 넓어지게 되었다. 따라서 Capacitor의 使用範圍도 自然히 이러한 領域에서 安定된 性能을 發揮해 주어야만 하므로 液體 電解質의 Capacitor의 領域에서, 보다 安定된 固體 電解質쪽으로 눈을 돌리는 것은 당연한 귀결이랄수 있는 것이다. 물론, 電解Capacitor에는 Aluminium 以外에도 Niobium, Titanium, Tantalum等이 있으나 Aluminium에 比하여 原材料의 價格이 비싸기 때문에(Tantalum인 경우 Aluminium의 約30~40倍) 低價格으로 이를 實現하기 위한 努力을 하여 最近에 開發된 것을 記述하려 한다.

3.1 有機 半導體 Aluminium 固體 電解 Capacitor(日本 SANYO에서 "OS con"으로 商品化)

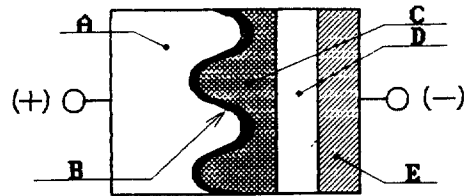


그림 7. 電解Capacitor 概念圖

표 6. 각 부분의 재료 설명

種 類	A	B	C	D	E
Aluminium電解	Al	Al ₂ O ₃	電解液	電解紙	Al箔
Tantal電解	Ta	Ta ₂ O ₅	MnO ₂	Carbon	銀電極
有機半導體	Al	Al ₂ O ₃	TCNQ鹽	電解紙	Al箔
導電性高分子	Al	Al ₂ O ₃	高分子	Carbon	銀電極

電解Capacitor의 電解質로는 대개 다음과 같은 것들이 알려져 있다.

電導度	電解質의 種類	適用例
1000 S/cm 100	導電性 高分子	SP Cap.(日本 Matsushita의 商品名)
10	T.C.N.Q.鹽	OS con(日本 Sanyo의 商品名)
1	MnO ₂	Tantalium 電解Capacitor
0.1	液體 電解質	Aluminium 電解Capacitor
0.01		

有機半導體 Aluminium 固體 電解Capacitor는 現在 Aluminium 전해 Capacitor의 液狀의 電解質 대신 常溫에서 固體인 T. C. N. Q.鹽을 高溫(≈250°C)에서 熔融시키고 電解Capacitor의 素子에 吸收시켜 固定하여 만든 것으로 既存의 Aluminium이나 Tamtaliun 電解Capacitor에 比하여 Impedance 및 E. S. R.의 周波數, 溫度特性이 優秀하여 새로운 Capacitor로 주목을 받고 있다. 더우기 이 Capacitor는 既存의 Aluminium 電解Capacitor의 生産Line의 舍浸 및 組立工程의 一部分 修正하여 量産化 할 수 있는 잇점이 있으므로 價格의 利點도 있고 大部分 既存 Aluminium 電解Capacitor 生産技術을 그대로 適用할 수 있으므로 生産技術 側面에서도 有利하다. 그러나 아직은 低壓(50V以下), 小容量(≈220 μ F以下) 局限되고 다른 固體Capacitor보다 Leakage Current가 높고 耐濕性이 弱하다는 短點이 있기 때문에 앞으로 改善해야 할 부분이라 할 수 있다.

3.2 導電性 高分子 Aluminium 固體 電解 Capacitor(日本 Matsushita에서 “SP Cap.”로 商品化)

導電性 高分子 Aluminium 固體 電解Capacitor는 그림-7의 概念圖에서 上記의 有機 半導體 固體 電解Capacitor의 T. C. N. Q. 대신에 導電性 高分子로 代置 한 것이나 實 製作上의 差異는 크기 때문에 既存의 Aluminium 電解Capacitor의 工程을 그대로 使用할 수는 없으며 많은 部分의 工程上의 變更 또는 開發이 要求되고 있다. 그것은 Aluminium箔 위에 誘電體인 酸化Aluminium皮膜(Al_2O_3)을 입히고 그위에 다시 導電性 高分子 薄膜을 입혀야만 원래 요구

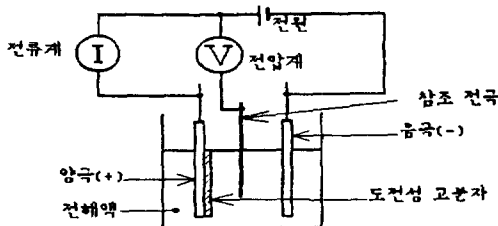


그림 8. 導電性 高分子 電解 重合裝置 概念圖

한 Capacitor로서의 역할을 할 수 있기 때문이며 이 방법이 既存의 Aluminium 電解Capacitor의 工程과는 현저히 다르다.

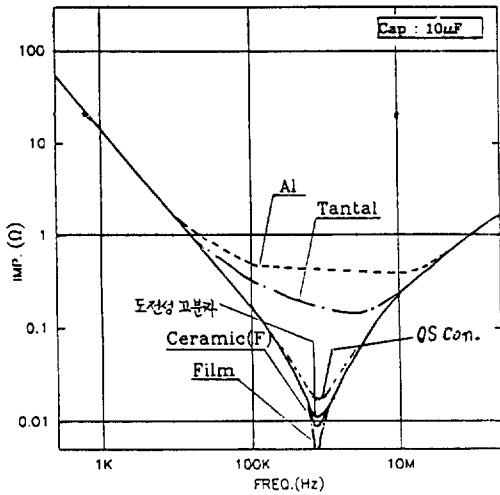
導電性 高分子의 重合法는 Monomer를 酸化劑나 觸媒를 利用하여 重合 시키는, 所謂 化學重合法, 非 共役係 Polymer에 있는 中間體를 熱處理하여 導電性 高分子로 만드는 方法 및 芳香族 化合物을 Monomer로 하여 電氣化學的으로 酸化 또는 還元시켜 重合하는 電解 重合法 등이 있다. 高分子의 電氣化學的인 重合法는 새로운 方法은 아니고 옛날부터 電氣化學反應의 한가지로 研究되었었다. 그렇지만 電解反應에 의해서 通常의인 高分子와는 달리 導電性 高分子가 生成되는 경우에는 그 自體가 잘 溶解나 熔融이 않되는 경우가 많았고 生成物에 並行한 反應機構 그 以上 解析이 어려운 경우가 많기 때문에 研究對象으로 注目되는 것이 적었다. 最近에 Poly-Acethylene Film의 合成以後 導電性 高分子에 대한 興味가 높아지고 同時에 電解 反應 生成物의 價値를 認定받게 되어 보다 良質로 高機能性的의 Film을 얻기 위한 手法으로서 積極的으로 檢討하게 되었다. 다음은 導電性 高分子 電解 重合裝置 概念圖이다.

導電性 高分子中 重要的 것은 Poly-pyrrol, Poly-thiophene, Poly-Paraphenylene, Poly-aniline 등이 있으며 이러한 導電性 高分子의 導電率도 500~1000 S/cm水準까지 開發이 되어 있으나 Capacitor用으로 使用되는 導電性 高分子는 約 100~150 S/cm의 것을 使用하는 것으로 알려져 있다. 이 導電性 高分子 電解Capacitor는 아직까지는 商品化가 시작되지 얼마 되지 않아 使用電壓이 25V. D. C以下이고 容量範圍도 50 μ F 未滿으로 아직까지는 限定된 範圍에서만 사용될 수 있으나 溫度의 影響을 거의 받지않고 E. S. R.이 낮고 高周波數 領域에서 優秀한 Impedance 特性을 가지며 周波數特性이 Plastic FILM-Capacitor 特性에 近接되기 때문에 次世代의 電解 Capacitor로서 주목을 받고 있다.

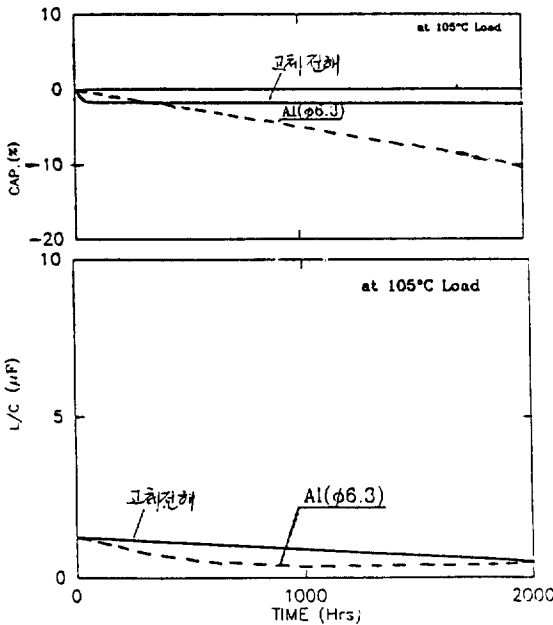
다음에 지금까지 記述한 電解Capacitor들의 Impedance特性을 比較하여 보았다.

4. 向後 方向

Impedance Vs Frequency



High Temp. Load Life Characteristics



序頭に 밝힌 바와 같이 Capacitor의 새로운 方向은 持續的인 小型輕量化, 끊임없는 使用領域의 擴大要求에 의해 Capacitor의 周波數 및 溫度 特性의 改善과, 擴大의 進行이라 할 수 있으며 이러한 Capacitor의 誘電體도 이에 맞도록 變貌, 開發될 것

으로 豫測된다. 물론, 新素材의 開發과 더불어 新素材를 利用하여 現在의 것과는 전혀 새로운 Type의 Capacitor도 생각 할 수 있겠으나 이 모두 量産性이 考慮되어 生産技術적으로 쉽게 製作 할 수 있어야 된다는 데에는 共通的이라 할 수 있겠다. 그러나 電子回路用Capacitor 중 Aluminium 電解Capacitor는 將來에 電子回路가 漸漸 高信賴性的의 追求와 高級化하여 감에따라 現在의 電子回路에서 차지한 位置의 大部分을 固體電解質을 收容한 固體電解Capacitor에 그자리를 내어 줄것으로 展望되며 Platic Film Capacitor는 當분간 薄膜化에 의한 小型化의 進陞과 新素材의 자리 다툼이 이어질 것으로 생각 된다. 또한, Ceramic Capacitor는 새로운 Ceramics의 開發과 薄膜製造技術, 燒結, 切斷技術等 關聯技術의 開發로 더욱 小型化되고 超高周波에서 그 領域을 擴大하는 方向으로 進歩할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 矢口金次, 八木谷孝之, 小野勇 共著 콘덴소사의 性能と用い方(1973) p. 326
- [2] 신소재 핸드북 도서출판 世和(1990)p. 185~p. 191, p. 324~p. 331, p. 690~p. 695
- [3] 總合技術出版 콘덴소사의最新技術と材料(1986)
- [4] 吉野勝美 編著 導電性考分野の技術と應用(1988)
- [5] 日本電子機械協會 電子部品ハソドブック(1988)
- [6] 永田伊佐也 著 알루미늄電解콘덴소사(1983)
- [7] LEONI. MASSEL&REINHARD GLANG 編著 McGRAW-HILL BOOK COMPANY Hand Book of Thin Film Technology(1970)
- [8] E. I. A. J. 發行 Electronic Parts Catalogue '92



김성호(金城鎬)

1948年 6月 2日 生

1970年 漢陽大 工大 化學工學科 卒業

1973年 韓國 綜合 化學 勤務

1988年 三和電機(株) 技術部 部長

現在 三和電機(株) 技術 研究所 所長