

電氣材料의 國產化 現況과 展望

(重電機의 絶緣材料를 中心으로)

(3)

辛大承 韓國電氣研究所 電氣開發部長
姜英植 韓國電氣研究所 電力研究室長

다. Prepreg材料

耐熱性 機械的 強度가 뛰어난 各種의 基材에 適合性이 優秀한 含浸結着樹脂 配合體를 含浸後 半硬化狀으로 乾燥한 것으로 Sheet 또는 Tape 狀態로 使用한다. Prepreg의 種類에는 다음의 Type로 나누어 진다.

○Base-Resin을 硬化劑, 觸媒를 混合하여 B Stage狀態인것 (一般 Prepreg)

○速硬化性과 保存性 2가지를 僻하기 위하여 Base-Resin과 硬化劑를 分離한 A Stage分離 Type

○耐熱特性和 速硬化性을 살려서 Base-Resin과 硬化劑로 B Stage狀態로 하여 硬化促進劑를 分離한 것(Prepreg分離 Type)

表-8은 代表的인 Prepreg材料의 種類와 特長을 나타내고 있다.

〈表-8〉 Prepreg材料의 種類와 用途

種類 構成 / 用途	一般 Prepreg		A Stage分離 Type		Prepreg分離Type
	耐熱絶緣用	接着用	絶緣用	接着用	絶緣用
無基材 不織布 特殊不織布 耐熱不織布 不織布 Glass布	EGTT#4 EFT#4 ENPB#4 EGT#4, 8	接着 Sheet EPS#14, 16	BONDIX-EIA BONDIX-EI BONDIX-EH	NOT-5351 NOT-5361 NOT-5356	BONDIX#4
特 長	耐熱性 絶緣性	接着性 封止性	速硬化性 保存性 絶緣性	速硬化性 保存性 接着性	速硬化性 耐熱性 絶緣, 接着性
用 途	船舶用發電機 Stator coil絶緣 Ferrite magnet 補强接着	電子部品 mold IC封止 LSI Package封止	絶緣管 絶緣 shaft Bus-Bar絶緣	Glass布接着 Bearing linear	回轉機用 Slot絶緣

라. Film 및 Film 加工品

電氣絶緣用 各種·耐熱 Film은 耐熱性合成樹脂의 開發과 더불어 耐熱樹脂의 Film化의 形으로 開發되어 實用化되었다. 이 Film은 얇고, 높은 誘電特性이 뛰어나지만 Film單體의 機械的 強度가 不足한 경우에는 各種의 材料와의 組合과 複合第의 二次加工技術의 應用으로 二次加工品을 만들어 使用해 오고 있는

며 代表的인 二次加工品으로는 다음과 같다.

○Mica와의 複合品 : Mica의 耐 Corona性, 樹脂含浸性과 Film의 電氣特性, 機械的 強度의 活用으로써 主로 回轉機等의 coil의 主絶緣으로 使用되고 있다.

○粘着 Tape類 : 耐熱性, 粘着性, 接着性이 뛰어난 粘着劑를 Film에 塗布하여 粘着 Tape로 한 것이다. 特別 作業性이 뛰어나기 때문에 重電機器, 家電用機器, 電子機器等에

〈표-9〉 Film, Film 加工品, Film 複合品의 特性和 用途

種 類		特 性	主 用 途
耐熱 Film	Kapton Polyimide Film	高溫, 低溫에서 機械的, 物理的 電氣的 性質의 變化가 적음	回轉機 coil의 主絶緣
	polyoxydiazol系 Film	耐熱性, 機械特性, 電氣絶緣性良	回轉機 coil의 主絶緣
Film 加工品	耐熱複合材料 (NOMEX加工品)	耐熱性, 機械的強度, 電氣特性 自己消火性 등이 良	變壓器의 層間絶緣, B~F種의 電動機의 slot絶緣
	NOMEX複合品	機械的強度 方向이 없음. 耐濕特性 向上	回轉機關係의 wedge, slot
F種	耐熱複合 Film	電氣絶緣性, 耐化學藥品性, 耐熱性, 機械的強度가 向上	Motor, 發電機, 變壓器等의 F種絶緣材料, 電線, cable, 發熱體等의 耐熱絶緣材料

〈표-10〉 Nomex 加工品의 種類와 特性

加工法	品 名	種 類	特 性
塗布	Varnish nomex paper	Epoxy(ENP) silicone(SNP)	柔軟性, 耐電性, 吸濕性
	Varnish nomex boading	Epoxy(ENB) Doril(DNB) Silicone(SNB)	吸濕性, 作業性, 加熱接着 他樹脂와의 接着性
複合	polyester Film 兩面 Nomex複合	NTN	耐熱性, 機械的強度, 吸濕性
	Varnish Glass Cloth	Epoxy(NGN-E) Silicone(NGN-S)	耐熱壓, 機械的強度 耐熱性
	그外	集成 Mica Amidimid Kapton film	耐 Corona性, 耐電壓, 機械的強度 耐熱性
粘着	Nomex粘着 自己融着	合成 Rubber Silicone Rubber	耐熱性, 作業性, 耐Corana性
積層	Nomex樹脂積層	Epoxy Silicone	輕量, 打拔性, 耐熱性
單體	Nomex pilot tube	—	自己消火性, 耐熱性, 耐電性

많이 사용되고 있다.

○複合品: Film의 機械的 強度, 酸化防止 等的 目的으로 다른 基材와 複合하여 使用하고 있다.

다음의 表-9는 Film, Film加工品, Film複

合品의 特性과 用途를 表-10은 Nomex加工品의 種類와 特性에 대해 記述하고 있다. 또한 表-11에는 各種 Film類의 機械的 性質, 物理的 性質, 電氣的 性質 및 耐藥品性等에 對해 記述한다.

(表-11) 各種 Film의 特性

區分	Film特性	POD	Polyimid (Kapton)	polyester	polycarbonate	芳香族 Nylon 紙(Nomex)
機械的性質	引張強度(kg/cm ²) 25°C	1000~1200	1800	2500	850	950
	引張強度(kg/cm ²) 180°C	800~	1450	820	—	470
	5%伸張에 對한 應力(kg/cm ²)	750~860	920	920	500	800
	切斷伸度(%) 25°C	~110	70	117	60~150	10.6
	切斷伸度(%) 180°C	~75	102	140	—	17
	初期引張彈性(kg/mm ²) 25°C	230~290	300	400	200	—
	耐屈曲回數(回)	>10 ⁴	>10 ⁴	>10 ⁶	>5×10 ⁴	—
	端裂抵抗(kg/mm)	400	700	800	—	110
	引裂傳播抵抗(g/mm)	~960	310	600	700	600
	引裂強度(kg/mm)	~35	15	35	12	11
物理的性質	密度(g/cc)	1.38~1.41	1.42	1.40	1.20	1.35
	面積係數(g/m ² /25μ)	34 ⁴ ~35 ²	35.5	35.0	30.0	33.8
	融點(°C)	—	—	260	230	—
	分解溫度(°C)	440	450	300	340	350
	線膨脹係數(cm/cm/°C)	1.2×10 ⁻⁴ (100~300°C)	2.0×10 ⁻⁴ (-14~38°C)	2.7×10 ⁻⁴	7×10 ⁻⁵	—
	零強度溫度(°C)	543	815	248	—	—
	平衡水分率(%)	7.0~15	2.9	0.4	0.4	—
	吸濕膨脹率(%/RH)	0.016~0.057	—	0.0013	0.0006	—
	氣體透過率 O ₂ (×10 ⁻¹²)	2.81	15	1.8	—	—
	氣體透過率 N ₂ (×10 ⁻¹²)	0.36	3.6	0.6	—	—
	水蒸氣透過率	60~1250	—	6.9	3.5	—
	熱收縮率(%) 150°C	0.3	0.3	0.8(TD)~ 1.5(MD)	—	—
	熱收縮率(%) 200°C	0.3	0.3	2.5	—	—
	燃燒性(酸素指數)	26	—	27	22	—
	吸濕率(%) 50%RH	2.5~9	1.3	0.2	0.14	3.5
電氣的性質	絕緣耐力(KV/mm) 25°C	210	275	235	160	410M
	絕緣耐力(KV/mm) 150°C	195	230	210	—	34
	誘電率 25°C	3.3	3.5	2.3	2.95	17, 34
	誘電率 180°C	3.0	3.0	—	—	—, 3.7 ¹
誘電正接(%) 25°C	0.12~0.8	0.3	1.38	0.09	1.4, 6.5	

區分	Film特性	POD	Polyimid (Kapton)	polyester	polycarbonate	芳香族 Nylon 紙(Nomex)
質	誘電正接(%) 180°C	0.5	0.16	—	—	—, 1.5
	體積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$) 25°C	$10^{15} \sim 10^{14}$	10^{18}	2.30×10^{16}	10^{17}	$\times 10^{16}$, 6×10^1
	體積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$) 180°C	9×10^{14}	4×10^{14}	—	—	—, 10^1
耐 業 品 性	Benzene	無 變	無 變	無 變	白 濁	無 變
	Heptane	無 變	無 變	無 變	無 變	無 變
	Ethylether	無 變	無 變	無 變	白 濁	無 變
	Ethylalcohol	無 變	無 變	無 變	無 變	無 變
	四鹽化炭素	無 變	無 變	無 變	白 濁	無 變
	Freon-22	無 變	無 變	無 變	無 變	無 變
	水酸化 1%水溶液	無 變	無 變	無 變	無 變	無 變
	水酸化 10%水溶液	侵 食	侵 食	侵 食	侵 食	—
	硫酸 30%水溶液	侵 食	—	無 變	—	—
	硝酸 40%水溶液	侵 食	—	無 變	—	—
鹽酸 35%水溶液	侵 食	—	侵 食	—	—	

마. Plastics

Plastic은 有機高分子化學의 發展에 따라 多種多樣하게 開發되었으며 特別히 電氣材料로서는 Film, 織物, 薄葉材料, Tape類, 液狀, 半固體狀인 것은 絶緣 Varnish, 封止劑, 接着劑로서 多量 使用되고 있다. Plastic의 共通되는 一般的인 性質은 다음과 같다.

- 가볍다
- 絶緣性이 좋다
- 成形性이 좋다.
- 加工法에 따라 여러가지 特性을 얻을 수 있다
- 熱에 弱하다
- 表面 硬度가 낮다
- 溶劑에 弱하다
- 帶電이 잘된다

Plastics는 加熱에 의해 硬化하는 熱硬化性

樹脂와 軟化溶融하는 熱可塑性樹脂로 나누어지며 그種類는 아래와 같다.

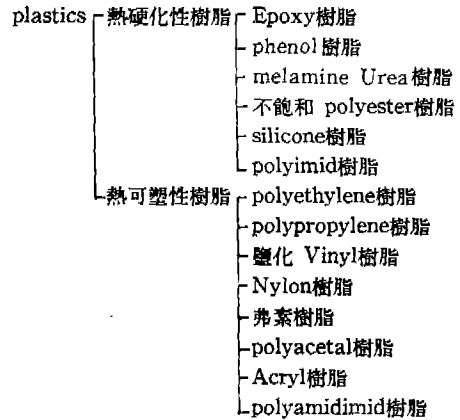


表-12에 各種 Plastics의 特性 및 그用途를 간략히 記述하였다. 그리고 各種 Plastics의 特性値는 附錄 2에 記述되어 있다.

〈표-12〉 各種 樹脂의 特性 및 用途

分 類	種 類	特 性	用 途
polyethylene樹脂	低密度 polyethylene 中密度 polyethylene 高密度 polyethylene 架橋 polyethylene	柔軟性, 化學的安全性, 絶緣性 良	Cable과 電線의 絶緣材料, 包裝用, Tape, tube用
polypropylene樹脂	耐衝擊, 岡性, 難燃, 單體	耐熱性良, 耐寒性劣, 高溫에서 機械的強度良	condencer, PP band

分類	種類	特性	用途
polystyrene樹脂	單體, AS, ABS	高周波特性, 機械的特性, 耐候性, 耐 Tracking性, 密着性良	高周波部品, Condenser, housing等
鹽化 Vinyl樹脂		電氣絕緣性, 不燃性, 成形性, 耐藥品性良	Vinylcord, 絕緣 Tape, 電話機等의 housing
polycarbonate樹脂		機械的強度, 耐候性, 耐熱性, 自己消火性良	
polyacetal樹脂		높은 機械的強도와 剛性, 安定性, 電氣特性, 自己潤滑性, 溫度·溶劑·衝擊에 對한 抵抗性	金屬部品の 代替用
飽和 polyester樹脂	FR pet, PBT	電氣特性, 機械特性良	slot絕緣, Tape, 纖維는 Varnish塗布薄葉材의 基材, sleeve, 結束帶
Nylon樹脂	Nylon6, 16, 12, 610	耐熱性, 柔軟性, 低溫特性良, 吸濕에 의한 絕緣性低下가 大	Gears, 軸받이, housing
Metacryl樹脂	板狀品, 粒狀品, 粉末狀品	成形性, 加工性, 耐藥品性, 耐候性良	
弗素樹脂	4弗化, 3弗化, 4弗化~6弗化共重合物	耐Corona性劣, 耐熱性, 耐水性, 耐濕性, 高周波特性良	
Urea Melaminc樹脂		不燃性, 耐arc性良	成形材料, 塗料, 接着劑, 化粧板
phenol樹脂	Novolak, resol	電氣機械特性良, 耐arc性劣, 濕氣에 의해 絕緣抵抗이 變함	成形材料, 結合劑, 積層材料用 Varnish, 塗料, 接着劑, 注塑品 및 濕式法의 成形材料用
Silicone樹脂	Silicone oil	電氣의 特性이 安定	油
	Silicone Grease oil Compound	撥水性, 耐候性, 耐藥品性良	接觸部間隙의 絕緣保持, 碼子類의 絕緣低下防止
	Silicone Rubber	耐候性, 耐ozon性, 耐Corona性良	電氣機器, 電子部品の 注入封入
	Silicone Varnish		H種絕緣 Varnish, Silicone Glass Cloth, Tube, 積層板
	Silicone molding Compound	熱變形 溫度가 높고 耐熱性 電氣特性 耐水性良	半導體, 抵抗素子, Condenser의 packing用
Diallylphthalate樹脂	DAP, DAIP	電氣特性, 耐濕性, 耐藥品性, 耐熱性, 耐Arc性, 耐Tracking性良	F種絕緣, H種絕緣, 成形材料, prepreg, 積層板 FRP, 絕緣 Varnish, 注射材料等
不飽和 polyester樹脂	一般用	硬質type	FRP成形
	光安定形	耐候性	光安定劑
	表面被覆用	空氣接觸表面硬化	木工과 金屬의 塗裝用
	積層用	速硬化	board, 浴槽, 淨化槽
	耐蝕性	耐化學藥品性	藥品 tank, pipe, Duct, housing
	耐熱用	熱變形溫度가 높고 耐蝕性良	特別, 高價用
	耐衝擊用	衝擊強度大	注射用, coldpress用, premix用
	自己消火性	耐熱性, 耐藥品性良	波板等建材用
	Flexible型	彈性, 低硬度	注射, putty用, coil의 insert
無溶劑型		coil Varnish	
耐熱性樹脂	polyimid	耐炎性, 耐候性, 耐放射線性良	magnetwire用 塗料, 非充塲物 film, Glass基材의 積層板, 接着劑
	polyamidimid	耐熱性	magnetwire用, 積層品, 接着劑, Valve, Gear, 電氣構造材
	polymethylbenden	熱可塑性, 融點이 높음, 透明性, 誘電率, 力率, 引張彈性率良	
	polyphenylenoxide	熱可塑性, 耐熱性	電氣(range의) 단절대
	polysulfone	熱可塑性, 耐熱性, 強度, 難燃性良	

〈다음호에 계속〉