電子資訊用有機關鍵材料技術之主題式產學計畫說明

報告人: 陳文章
科技部工程司民生化材領域

2021.2.25

聯絡人: 文端儀小姐, 02-27377940

主題式產學計畫說明

一、作業時程:

2021年3月底前確認徵求主題內容，預計5月計畫徵求，7月初截止申請，10月完成審核，11月開始執行。

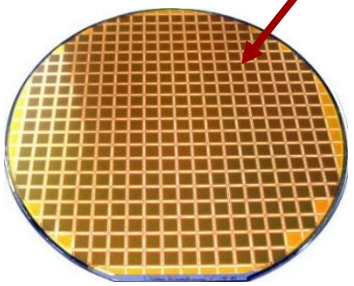
二、申請限制

(1)每年科技部補助上限800萬元，每人限提1件。

(2)多年期。

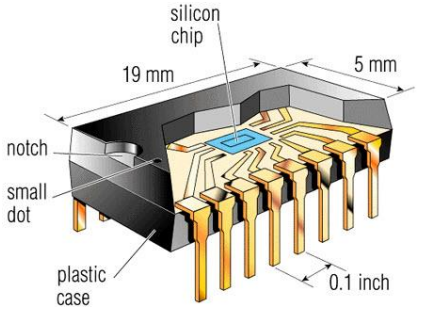
(3)整合型。

Electronic Packaging Levels

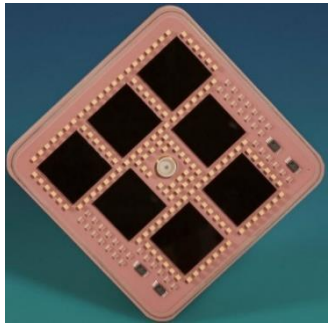


Dies

Silicon or germanium wafer



Level 1
Integrated Circuit



Level 2
Multichip module



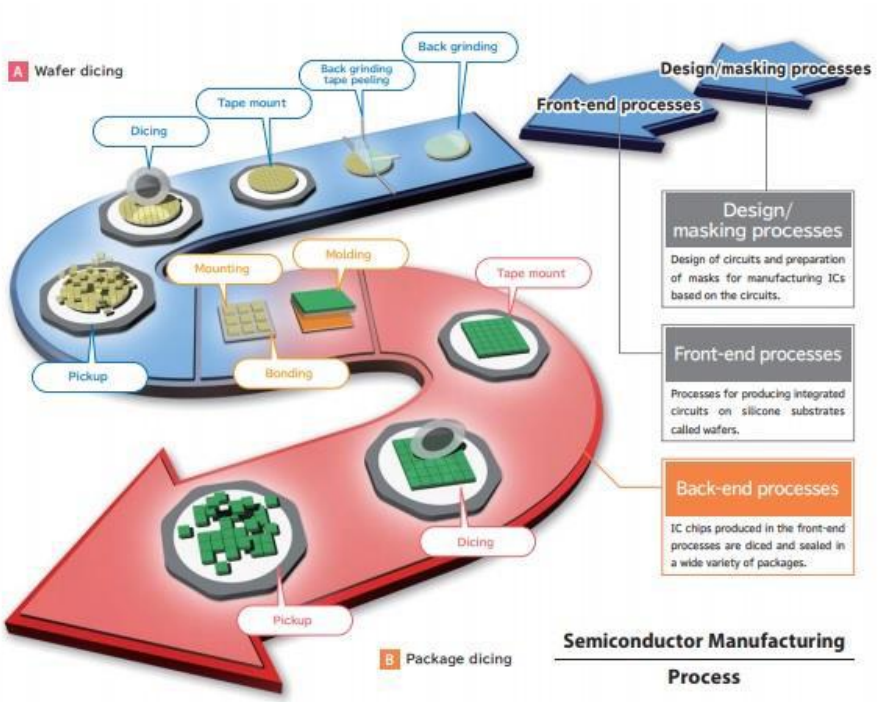
Level 3
PCB

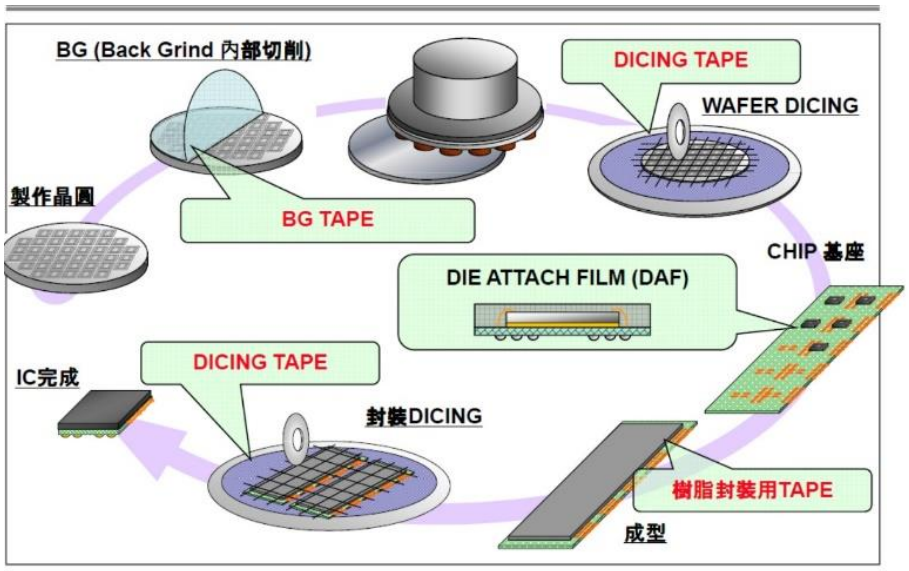


Level 4
System

Figure from V. Vande, www.ael.utcluj.ro

主題式產學計畫(1):半導體之有機關鍵材料技術





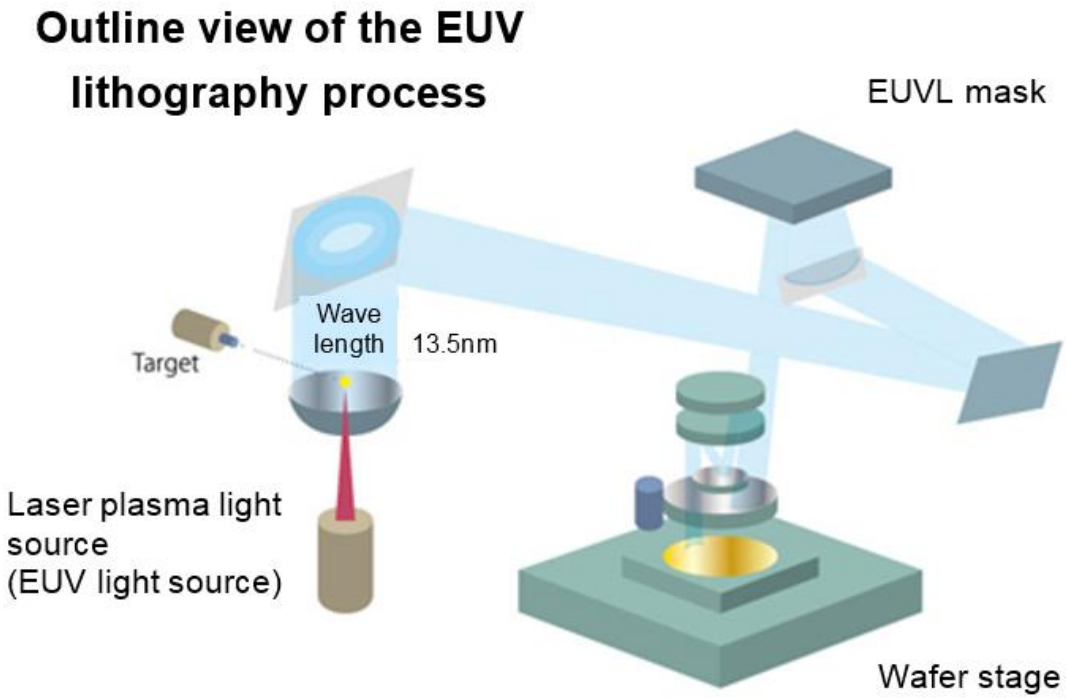
資料來源：Titan-Semi台胺科技-半導體製程用各式膠帶
http://titan-semi.com/submainDetail.php?nav=3&tId=3&sId=15

1、光阻及其配合化學材料：DUV(KrF、ArF)光阻、頂部抗反射層、底部抗反射層;及7-20nm製程光阻配合化學品，如：低碳數環保界面活性劑等。

2. 晶圓保護材料：晶圓製程(Buffer coating)用感光性聚醯亞胺、相關單體及其化合物;晶背研磨切割或切割用膠帶。

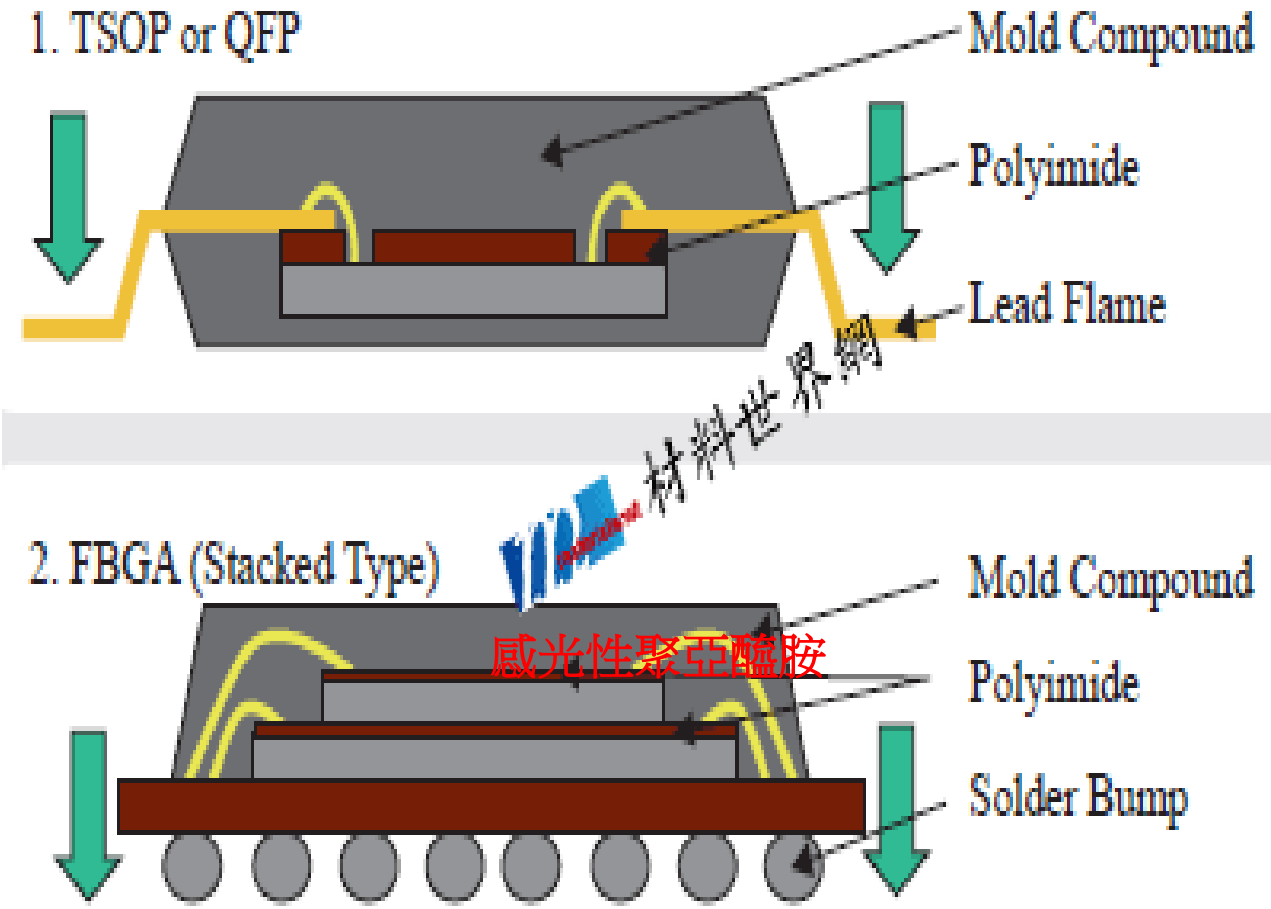
3. 構裝材料因應下世代高速/高頻傳輸、5G、IoT等使用之相關半導體封裝材料：天線封裝射頻晶片封裝材料、Redistribution Layer (RDL)用負型感光性聚醯亞胺(可線路化增層材料)、高頻通訊軟或硬基板材料和接著劑。

半導體微影製程



資料來源：AGC HUB-AGC to Further Expand its Supply System for EUVL Mask Blanks
https://www.agc.com/en/news/detail/1198305_2814.html

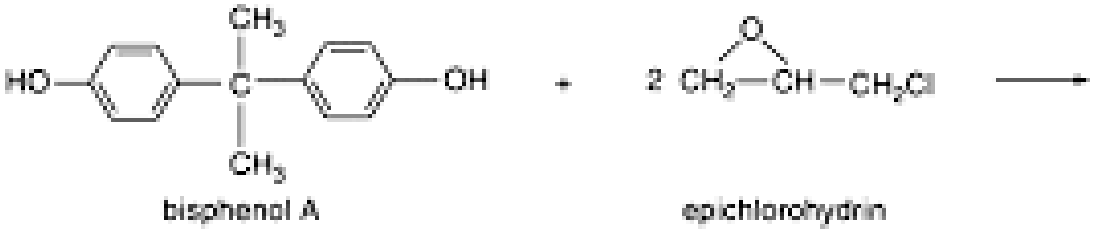
- 光阻材料：DUV(KrF、ArF)光阻、頂部抗反射層、底部抗反射層；及7-20nm製程光阻配合化學品，如：低碳數環保界面活性劑等。

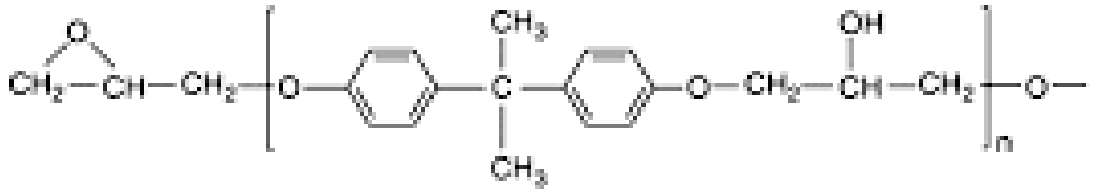


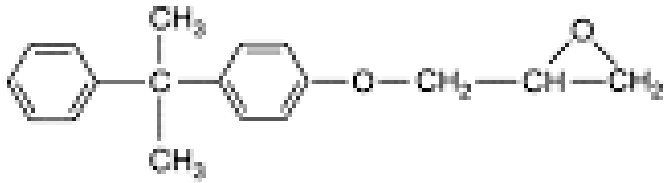
資料來源：工業材料雜誌 333 期

1. 封裝材料(molding compound): 環氧樹脂類材料及其製程技術。
2. 聚亞醯胺 (polyimides):鈍化膜、應力緩衝膜、α粒子遮蔽膜、乾式蝕刻防護罩、微機電和層間絕緣膜。

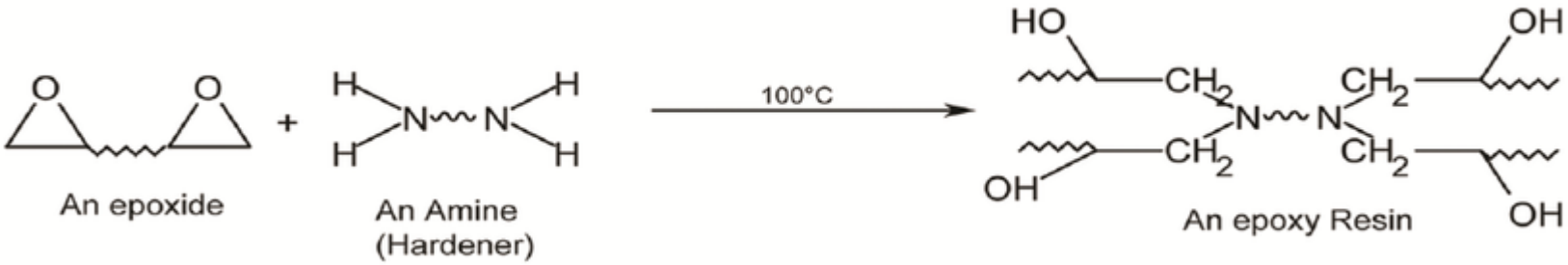
IC 封裝用Epoxy Molding Compounds







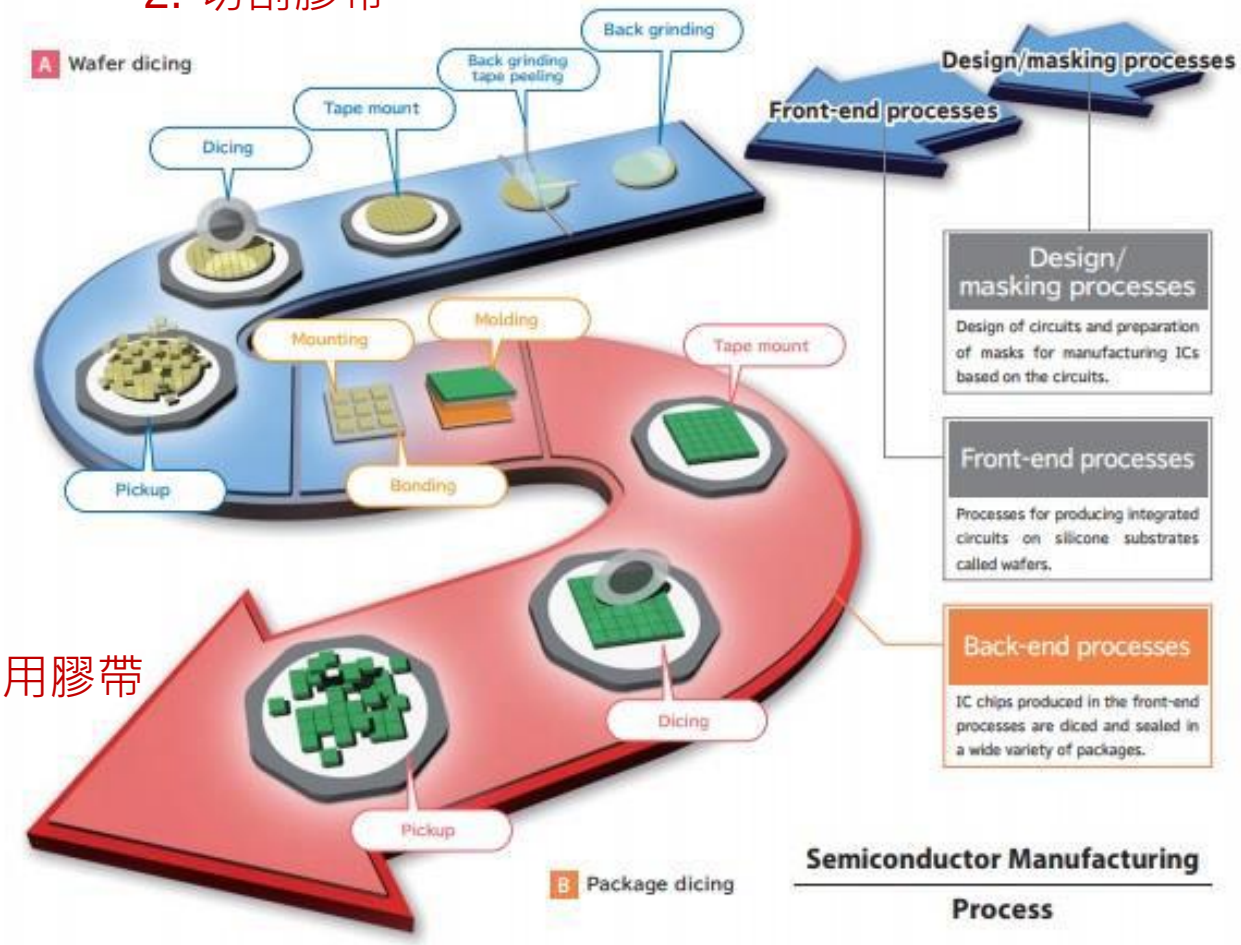
DGEBA epoxy resin



Molding Compound for Underfill, Mold Underfill and Die attach film/Die attach Paste.

3.清潔膠帶

2. 切割膠帶



1. QFN製程用膠帶

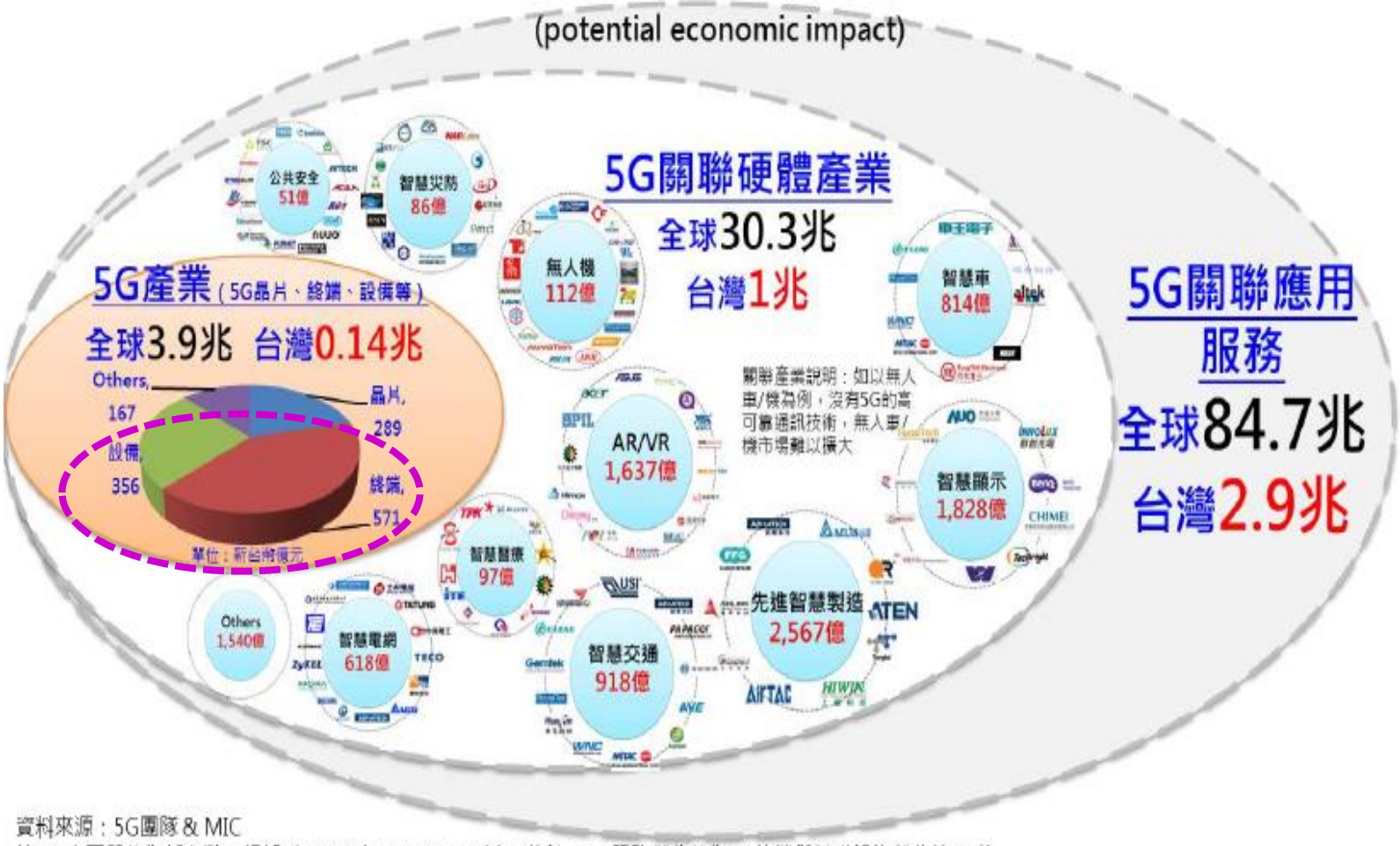
晶背研磨膠帶:晶背研磨期間能完全保護晶片表面，並防止研磨液的滲入而造成污染。

晶圓切割膠帶:晶粒從晶圓上分割出來的切割製程之固定晶圓膠帶，使晶片能精準地被切割分離，同時避免於切割過程中產生晶片位移或飛晶的情況。

主題式產學計畫(2):
5G通訊之有機關鍵材料技術

2022年 5G全球潛在經濟影響

(potential economic impact)



資料來源：5G團隊 & MIC

註1：本頁單位為新台幣，根據Chetan Sharma Consulting估計，5G服務營收約為5G終端與基礎設施營收的2.5倍

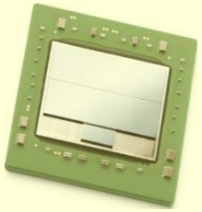
註2：Ovum：全球4G正式商用化5年後產值成長5倍(2012~2016)，推估未來導入5G技術5年後，整體產值與經濟效益亦可望類比成長5倍

資料來源：5GO 5G產業發展藍圖NICI版105.5.13

高頻產品應用範圍

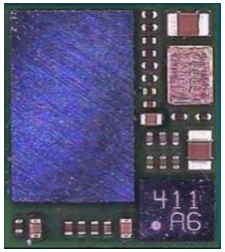
- 研究機構Gartner最新2020年對物聯網連接數量與產值預測已分別達到208億個與逾3兆美元產值，較2016年各項指標均將達數倍增長。(2016/06/07 – DIGITIMES)
- 5G毫米波通訊可能頻段10GHz~80GHz

Main Players	NEC	NTT DoCoMo	Ericsson AB	Samsung	MTK	Intel	NSN
Band (GHz)	5	11	15	28	38	28, 39, 60	70



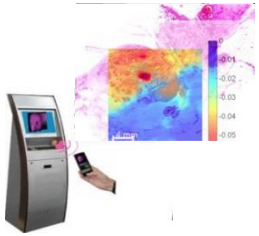






(Qualcomm)

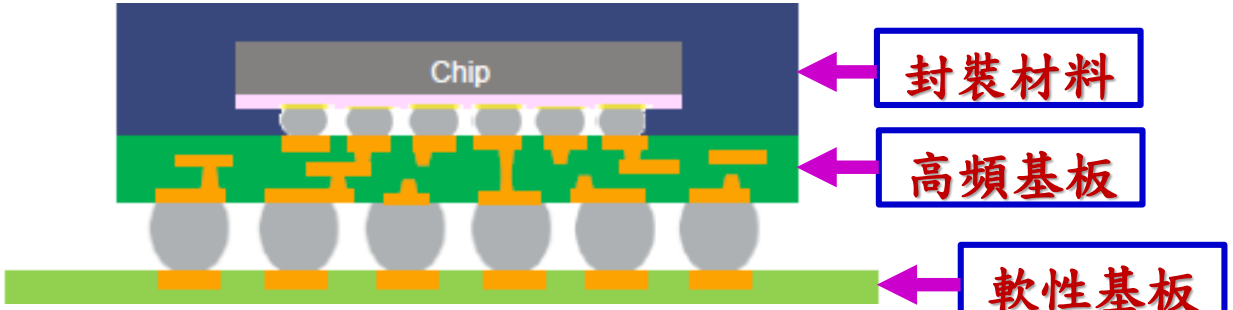




高階高速載板與封裝	4G, 5G Small Cell	智慧裝置LCP天線/傳輸板	802.11ad WiGig WLAN	77GHz汽車防撞雷達	mmWave 高頻通訊及影像
• 28Gbps/32Gbps載板	• 10GHz~50GHz無線元件/模組	• LCP超低損耗基板材料/基板	• 60GHz頻帶，7Gbps無線模組	• 77GHz汽車防撞雷達基板	• ≧94GHz影像雷達/生醫影像
• 雲端運算主機及高速通訊基板應用為主	• 4G/5G前端通訊模組/Samll Cell	• 智慧行動裝置天線與傳輸線	• 4G/5G接軌無線區域網路模組	• 汽車安全防撞雷達產品	• ≧110GHz 下世代無線寬頻資料傳輸802.15.3

資料來源: 經濟部技術處

5G基板材料技術需求與解決方案



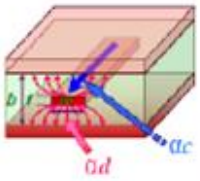
高頻基板微結構簡圖

技術項目	技術瓶頸	解決方案
高頻材料	• 承載高頻線路之基板材料僅有PTFE之電性符合需求 • 無法應用於多層板製程	• 替代PTFE兼具低訊號損失特性的基板材料 • 適用多層板製程
封裝材料	• 樹脂導熱係數低(~0.2W/mK) • 絕緣強度低 • Silicone gel最高使用溫度200°C	• 樹脂單體設計合成兼具高導熱與高絕緣性 • 非Silicone gel樹脂開發
可撓材料	• 現有軟性基板耐溫性低(<250°C) • 吸濕性高造成電性不佳 • High T_g材料柔軟性不佳	• 樹脂單體設計合成兼具高柔軟性與高耐熱性 • 低吸濕材料配方開發

資料來源: 經濟部技術處

PCB製程問題與銅箔、介電層在超高頻之損耗

Transmission loss (α) ≒ Dielectric loss (α_d) + Conductor loss (α_c)

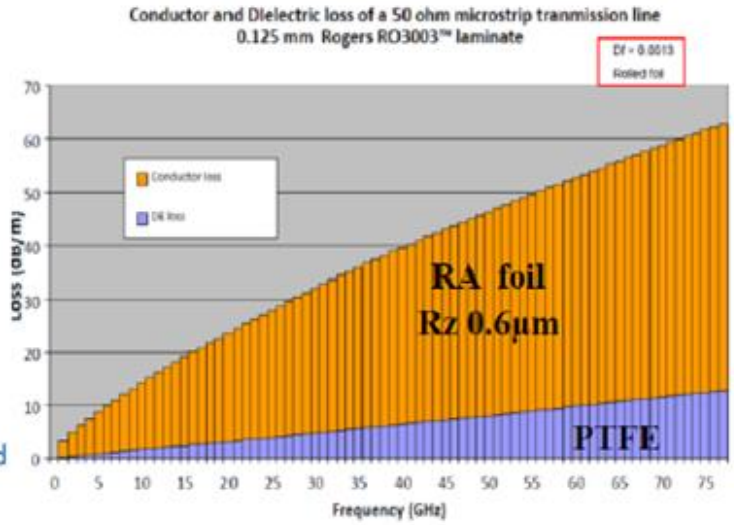


- $\alpha_d \propto 27.3 \times \frac{f}{c} \times \sqrt{Dk} \times Df$
- $\alpha_c \propto Rs(f, \rho, \cdots) \times \sqrt{Dk} \times (t, w, b,) \cdots$

Dk : dielectric constant *Df* : Dissipation factor
f : Frequency, *c* : Light velocity
Rs : Surface resistance of conductor
ρ : Resistivity of conductor, *b* : Dielectric thickness
w : Conductor width, *t* : Conductor thickness

< Solution to lowering transmission loss >

- Reduction of α_d ⇒ Low Dk & Df Resin technology
- Reduction of α_c ⇒ High adhesion technology between resin and conductor with very low surface roughness



RTF	VSP	VSP	Profile free＋Primer	Nano anchor surface treatment
Rz 2.0～2.5μm	Rz 1.5～2.0μm	Rz 1.0～1.5μm	Rz 0.5～1.0μm	Rz 0.5～1.0μm (Rq 0.3um)

1~10GHz → 60GHz

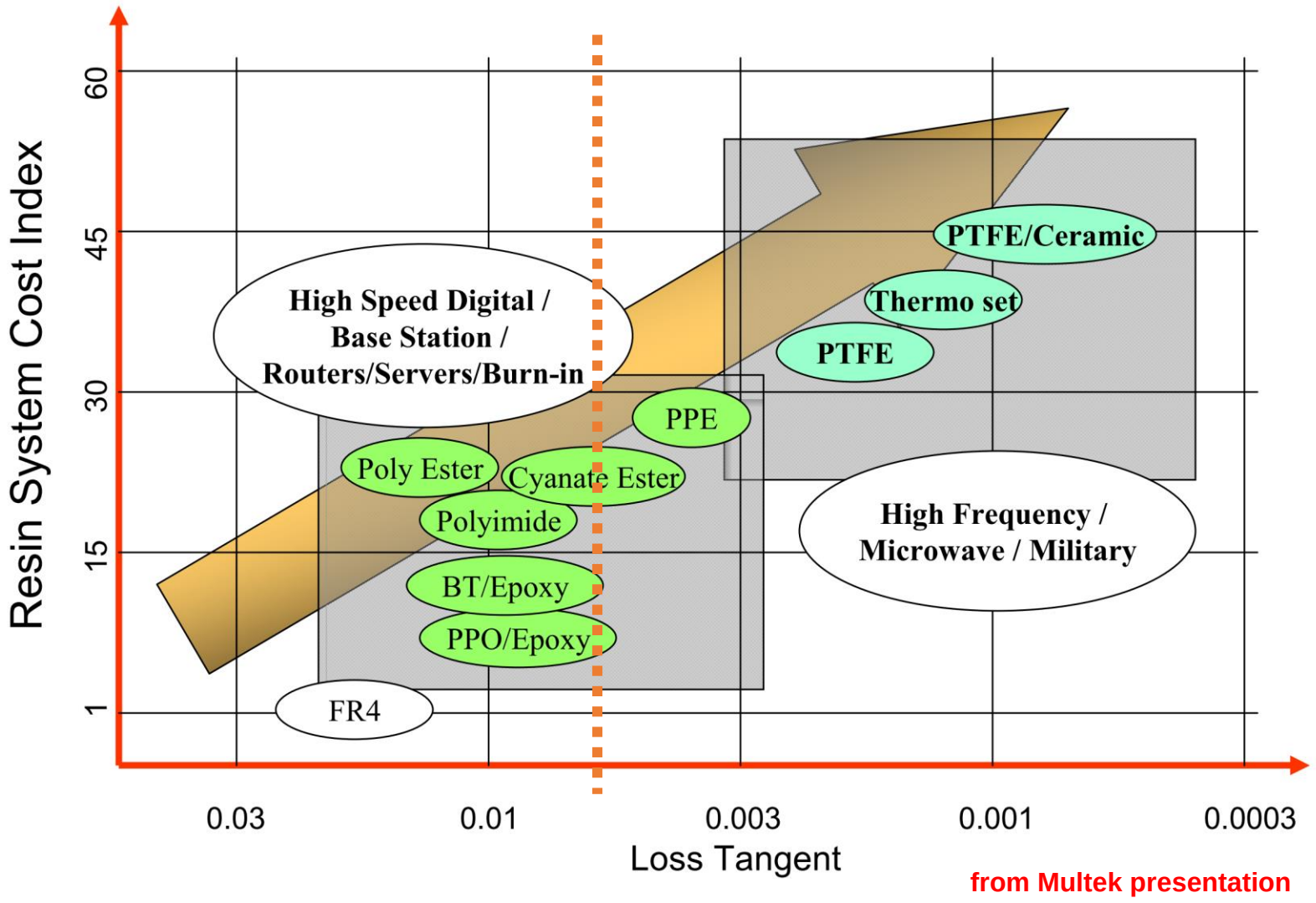
Cu Rz ↑ loss ↑ ⇒ Profile free (Very smooth profile) ⇒ Peel ↓

(60GHz的Skin effect depth=0.26 μm)
(20GHz的Skin effect depth=0.46 μm)
(10GHz的Skin effect depth=0.66 μm)
(1GHz的Skin effect depth=2.0 μm)

Cu foil 極限
RA Rz ≥ 0.5μm
ED Rz ≥ 0.6μm

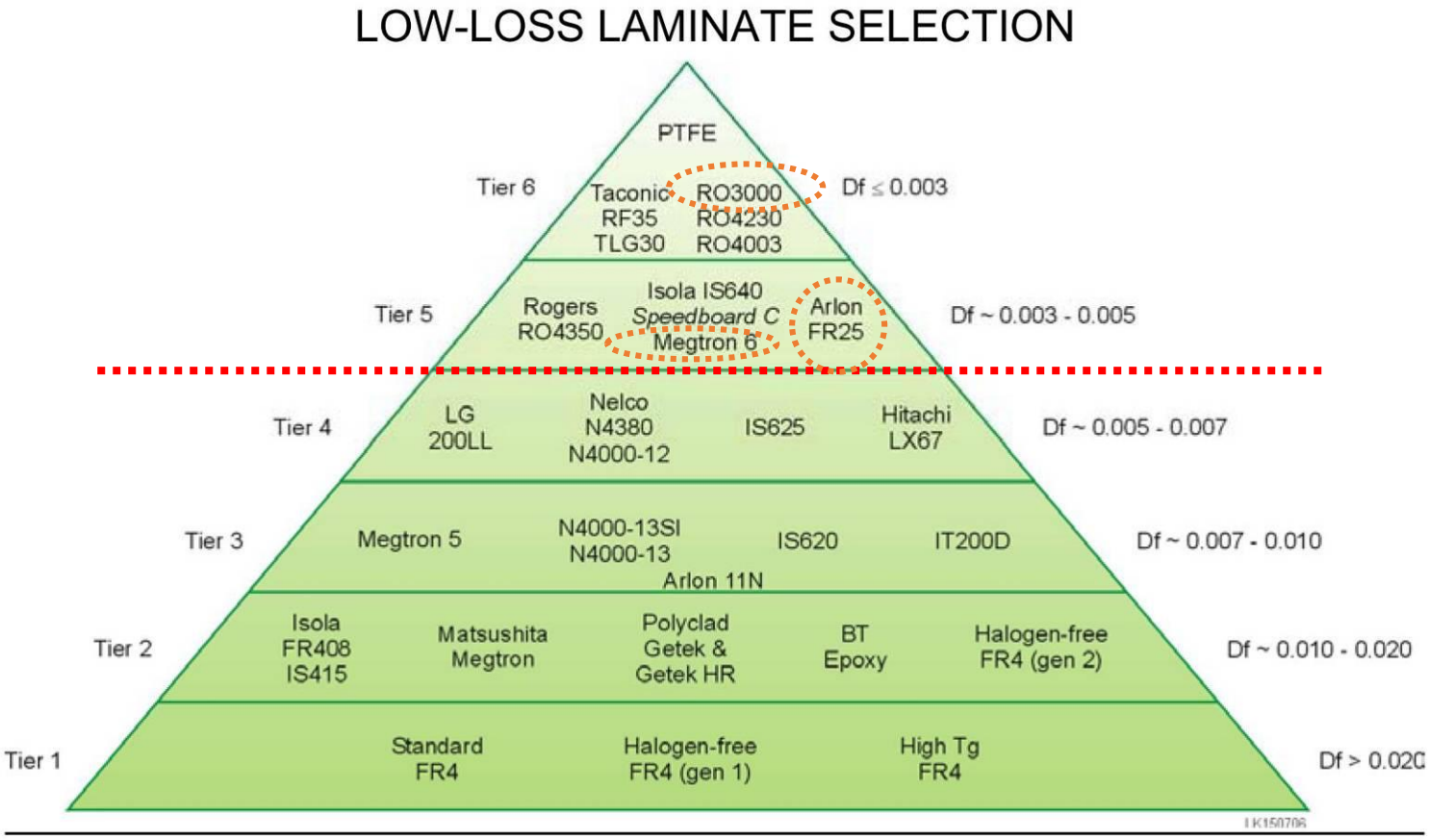
困難點:手機高密度基板(HDI)線寬持續縮小，當介電層與導線因粗糙度下降而使接合力變小，加上低損耗樹脂之低接著力使得細線路更難製作。

不同基板材料之介電損失和價格圖



from Multek presentation

不同硬板硬板之介電損失

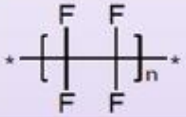
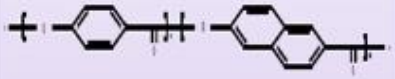
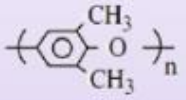


- The market for low-loss laminates for high-speed applications is summarised in Table 1.2 below. Tier 3 laminates are gaining an ever-increasing share of the market for high-speed applications, while Tier 2 reflects the commoditisation of systems that were regarded as high-end only five years ago.

from Executive market & technology forum

毫米波通訊用電路板材料



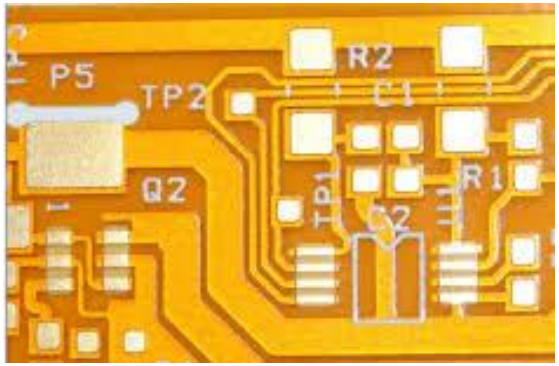
Resins	PTFE	LCP	PPE	Requirement of materials for 5G
Structure				Low-polar Two-Stage cross-linking materials
Df (10GHz/30GHz)	0.0015/0.003	0.002/0.003	0.003/0.005	≤ 0.003@38~80GHz
Dk (10GHz)	≤ 3.0	2.8~3.4	3.6	≤ 3.0@38~80GHz
Process Temp(°C)/Time	~380℃/5~7h	~300℃/≦3h	<210℃/≦3h	<210℃/≦3h
Multilayer / HDI Manufacturability	Poor in laminating & drilling	Poor in Electrical properties control	Good	Good
Process Window	Narrow	Narrow	Good	Good
Solubility in organic solvent	Insoluble	Insoluble	Soluble	Soluble
Cost	3~5 times	1	≦1	≦1

CCL: Copper Clad Laminates : . PCB: Printed Circuit Board

DOIT 經濟部技術處 Ministry of Economic Affairs

可撓性高頻基板材料



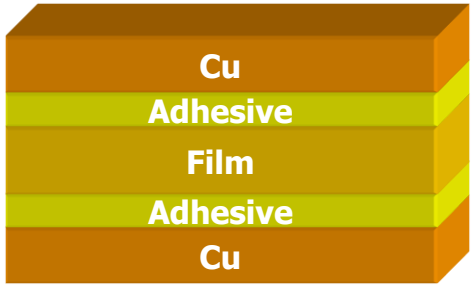


1. Coverlay



PI + adhesive

2. Laminate



銅箔基材CCL, 由銅箔+膠+基材共三層組合而成{亦有無膠基材，亦即僅銅箔+基材，其價格較高，但可使產品更薄。PI 基如PMDA-ODA (Kapton)

3. Bondply



可撓性高頻基板材料(例如Polyimides)

可撓性高頻基板材料規格

可撓(軟、薄型化)，高頻

	通訊應用 (如未來5G)	資料傳輸應用 (如下世代wifi)	駕駛輔助應用 (如pre-crash雷達)
頻波段	6 GHz – 40 GHz	40 GHz - 100 GHz	>77 GHz
可撓 厚度 (可撓程度)	< 25 μm 軟板	< 25 μm 薄型化硬板	< 25 μm 薄型化硬板
高頻(抗噪、耐高溫) Dk	< 2.5	< 2.5	< 3.0
Df	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Tg(TMA)	> 280℃	> 280℃	> 300℃

操作環境下之穩定度

高可靠度

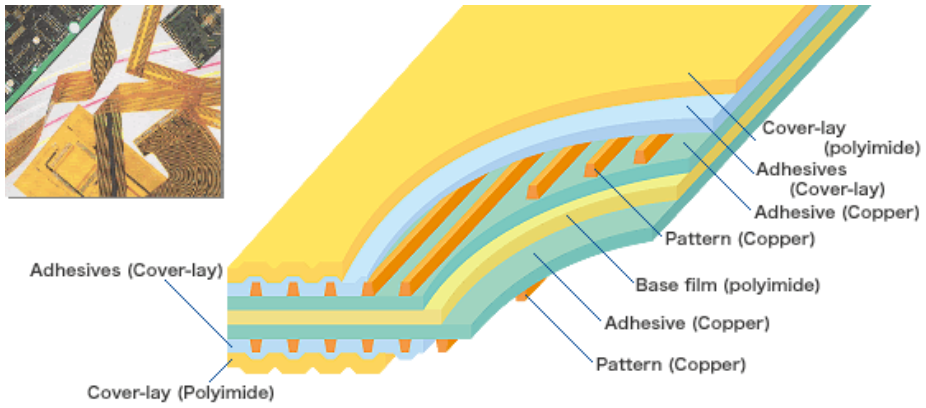
散熱 (高頻測試下 Amplifier 轉換效率1.7%)、1W/mK~2W/mK

阻燃劑/難燃劑的開發(加入後不影響電氣特性)

銅箔介電層之間之黏著劑開發(低介電、高黏度)

NARLabs

軟性印刷電路板之材料挑戰



PCB/FPC structure	Materials	Dielectric performance
Cover-lay	Photosensitive polyimide	Need to be low
Adhesives	Epoxy resin derivatives	Need to be low
Wire	Copper	-
Adhesives	Epoxy resin derivatives	Need to be low
Substrate	Polyimide	Need to be low

From Toshiba Co.

電子資訊用有機關鍵材料技術產學計畫之徵求子題

1、IC製程有機材料: 光阻及其配合化學材料(DUV(KrF、ArF)光阻、頂部抗反射層、底部抗反射層; 及7-20nm製程光阻配合化學品，例如如低碳數環保界面活性劑等)、及介電材料等。

2. 晶圓保護材料：晶圓製程(Buffer coating)用感光性聚醯亞胺、相關單體及其化合物; 晶背研磨切割或切割用膠帶。

3. 構裝材料因應下世代高速/高頻傳輸、5G、IoT等使用之相關半導體封裝材料：天線封裝射頻晶片封裝材料、Redistribution Layer (RDL)用負型感光性聚醯亞胺(可線路化增層材料)、高頻通訊軟或硬基板材料和接著劑。

歡迎踴躍申請所規畫主題式產學合作計畫!