

極薄・高柔軟性を実現するFPCの開発動向



沖電線株式会社

FPC事業部 製品技術課

栗原 繁

2008年2月27日(水) コクヨホール

目次

- 1 . 機器の小型化 (狭スペース化)
- 2 . F P C の動向
- 3 . 極薄・高柔軟性 F P C (開発状況)
- 4 . まとめ

はじめに

民生機器の小型化

電子部品の小型化

PC(ノートPC)

携帯電話

産業, 医療, 車載, その他機器の小型化

半導体製造装置

液晶パネル製造装置

車載機器

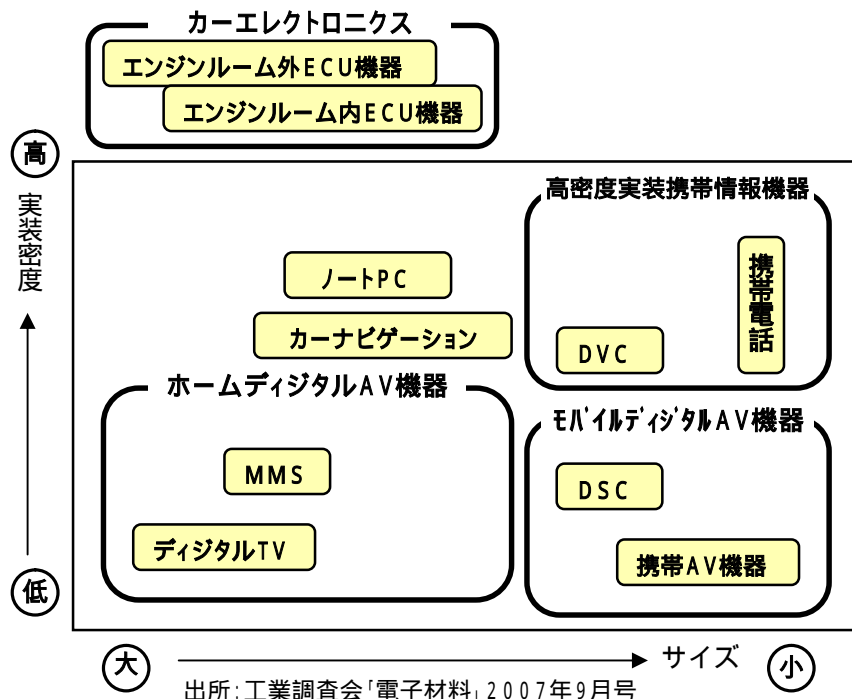
はじめに

高度情報化社会、ユビキタス情報社会を実感させられるデジタル機器は、PC, 携帯電話, デジタルAV機器, ナビゲーション, ゲーム機器など多種多様です。これらの機器は、動画情報処理(大容量処理)などに対応しながら小型化と高機能化を進展させています。

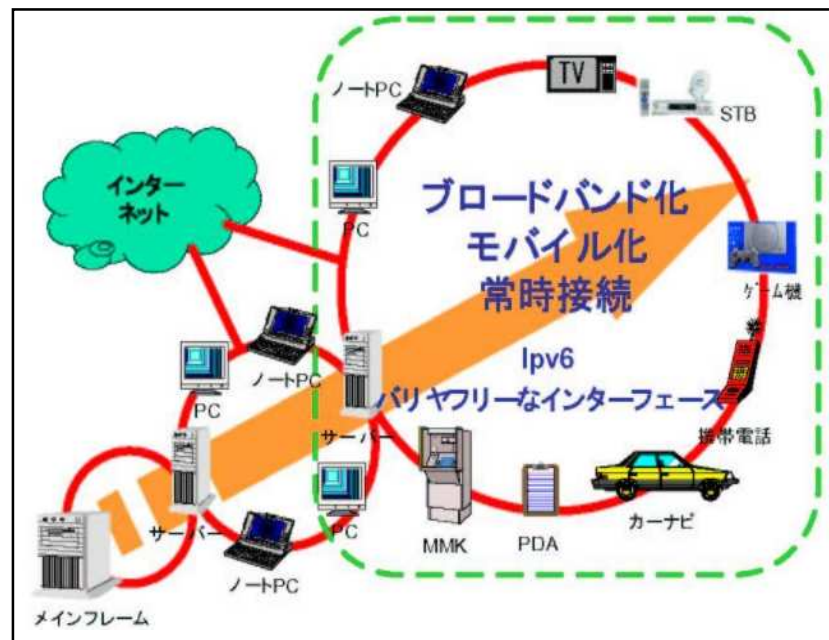
電子機器の進展は、インフラの整備と技術開発に合せて驚異的な推進力を示し、産業, 医療, 車載機器などにも浸透しています。外見は大型であっても、中身は高機能化に伴う小型化が図られ、狭スペースに部材が密集しています。

“薄くて、軽くて、折り曲げられる”基板とケーブルの二面性を持つFPCは、誕生以来、高密度回路形成と折り曲げ立体配線により、機器の小型化, 狭スペース化に貢献していますが、いま更なる軽薄化と高柔軟性が求められています。

電子機器のカテゴリ分類



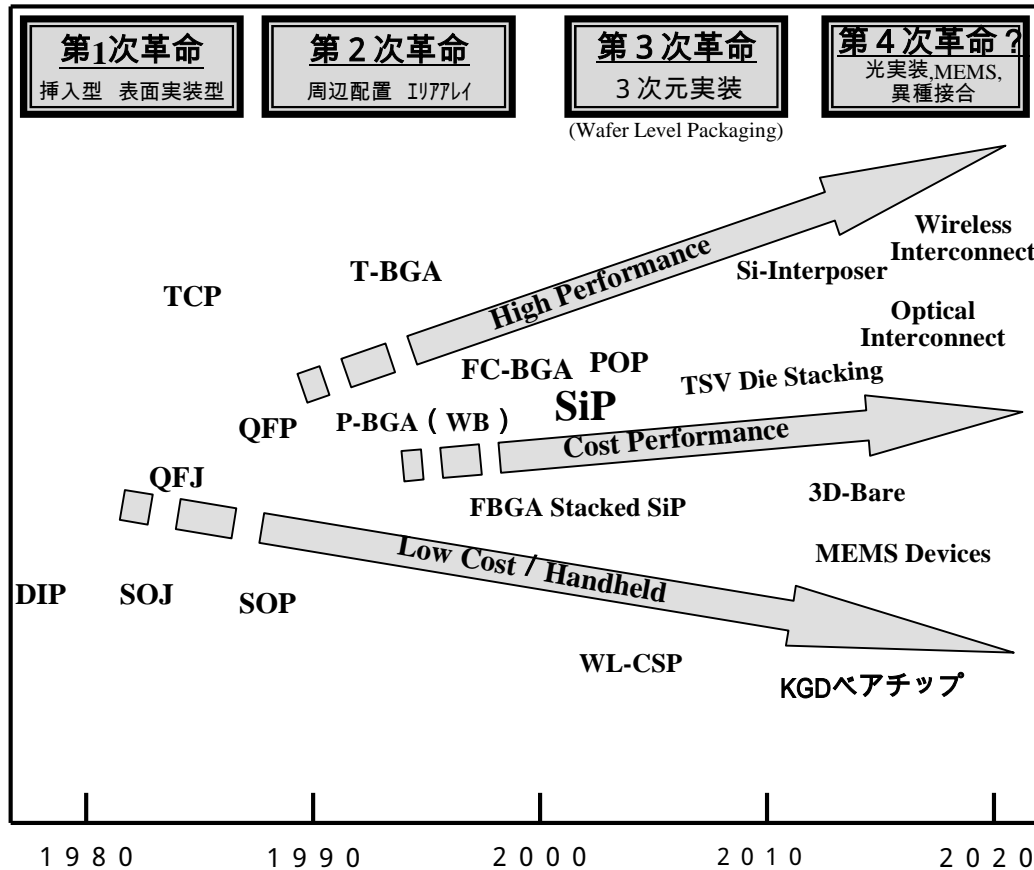
ブロードバンド+モバイル+常時接続



出所: Nomura Research Institute資料(イメージ図のみに編集)

民生機器の小型化 電子部品の小型化 (1/3)

半導体パッケージの開発動向



出所: 工業調査会「電子材料」2007年12月号に基づき作図

QFNの動向

	2006	2008	2010	2012	2014	2016
最小端子ピッチ(mm)	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
最大端子数	144	144	200	200	200	200
最小取付け高さ(mm)	0.65	0.65	0.5	0.5	0.4	0.4

BGAの動向

	2006	2008	2010	2012	2014	2016
最小端子ピッチ(mm)	1.0	0.8	0.8	0.8	0.65	0.65
最大端子数	2200	2600	3000	3400	3800	4200
反り(RT,260)(mm)	0.2	0.17	0.17	0.17	0.14	0.14
最小取付け高さ(mm)	1.7	1.7	1.4	1.4	1.2	1.2

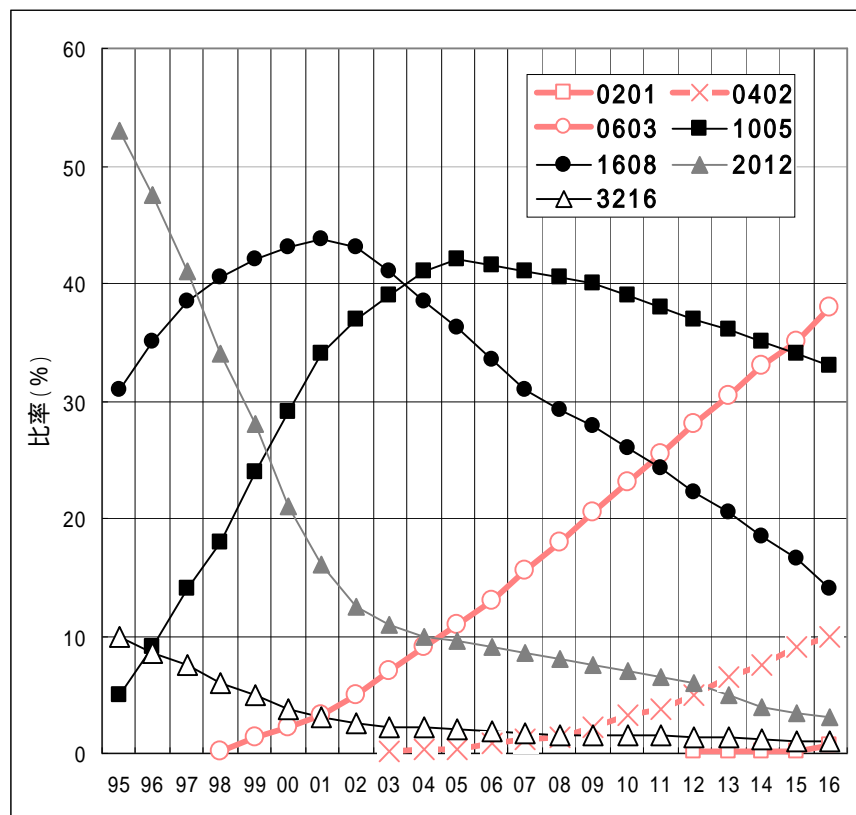
FBGAの動向

	2006	2008	2010	2012	2014	2016
最小端子ピッチ(mm)	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.15
最大端子数	700	800	900	1000	1100	1200
反り(RT,260)(mm)	0.1	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05
最小取付け高さ(mm)	0.8	0.65	0.65	0.5	0.5	0.5

出所: 工業調査会「電子材料」2007年12月号

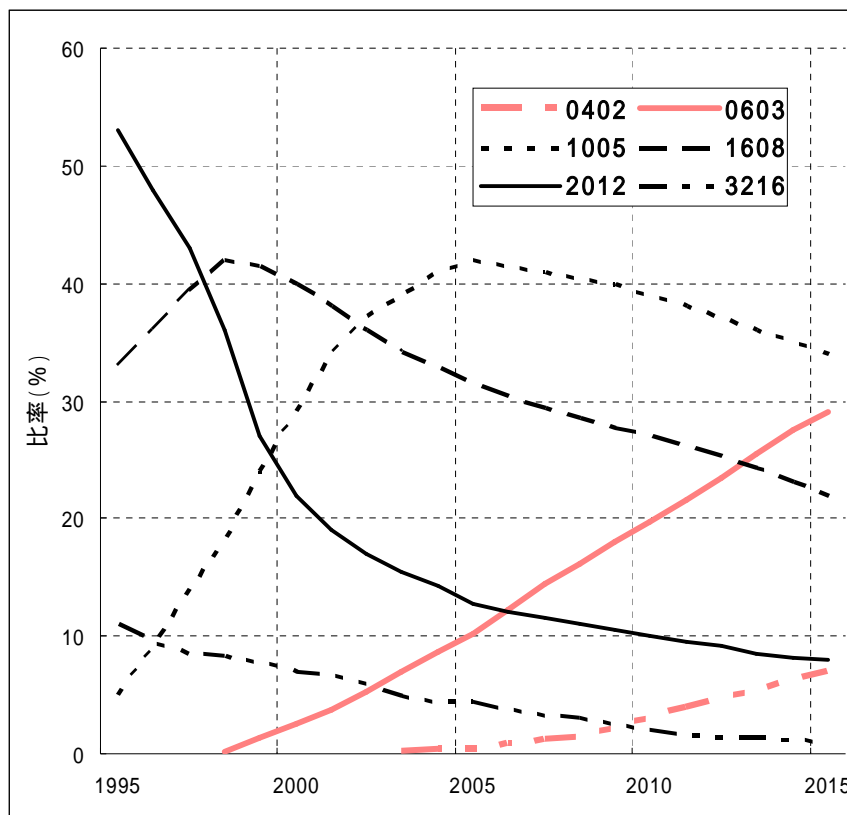
電子部品の小型化 (2/3)

積層セラミックコンデンサのサイズ別採用推移



出所:工業調査会「電子材料」2008年1月号に基づき作図

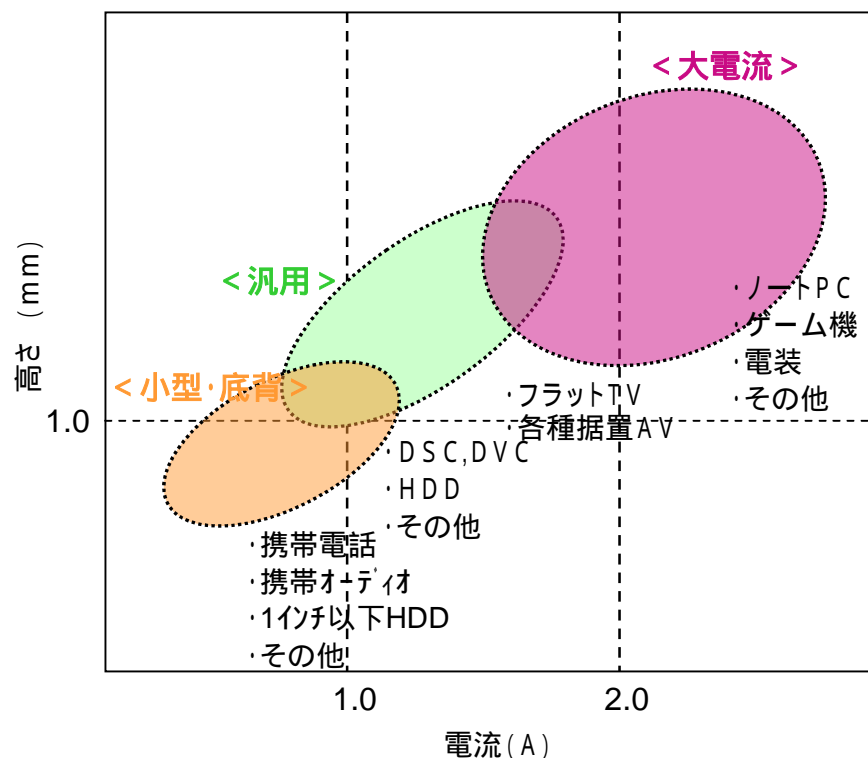
チップ抵抗器におけるサイズ別採用推移



出所:工業調査会「電子材料」2008年1月号に基づき作図

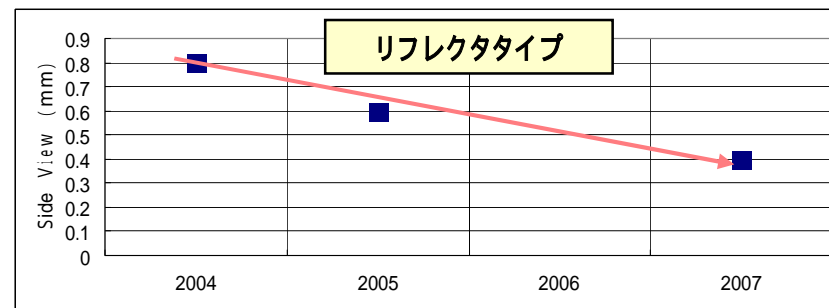
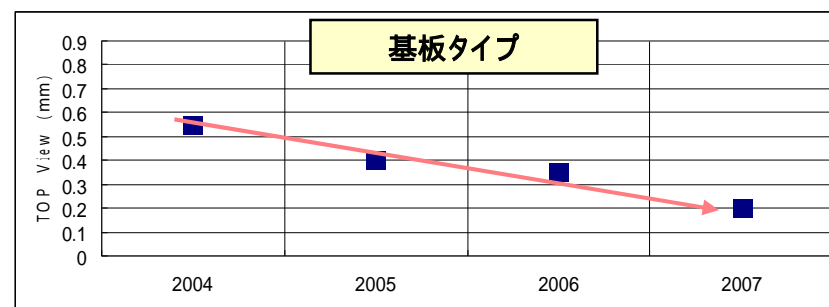
電子部品の小型化 (3/3)

電流値・高さでみたインダクタンス商品群と使用機器



出所: 工業調査会「電子材料」2008年1月号に基づき作図

チップLED製品薄型トレンド

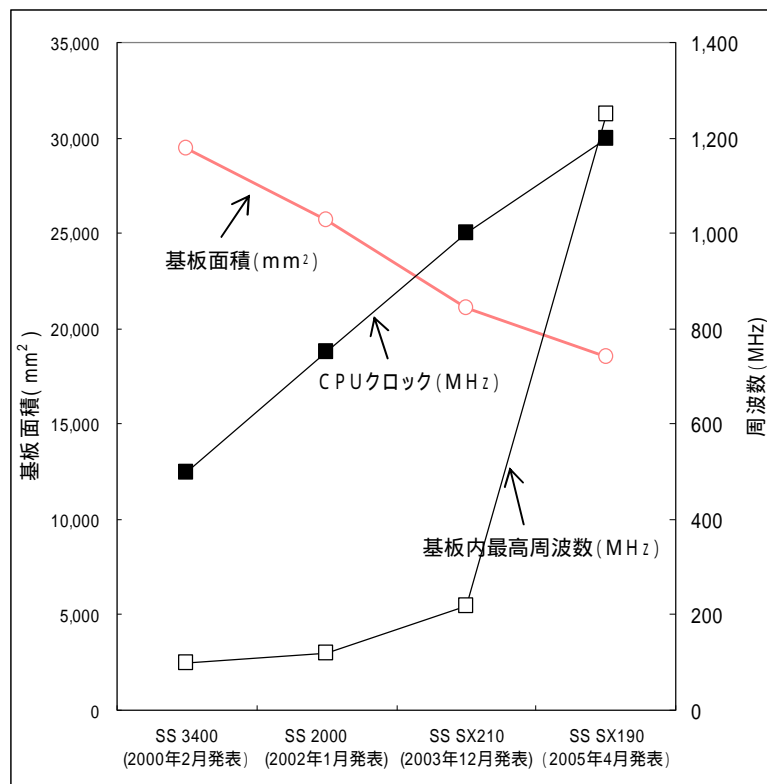


出所: 工業調査会「電子材料」2006年9月号に基づき作図

PC(ノートPC)

B5サイズノートPCの基板仕様変遷

ノートPC:薄型化,軽量化,長時間駆動を実現した差別化



出所:東芝レビューVol.6.0 No.8(2005)

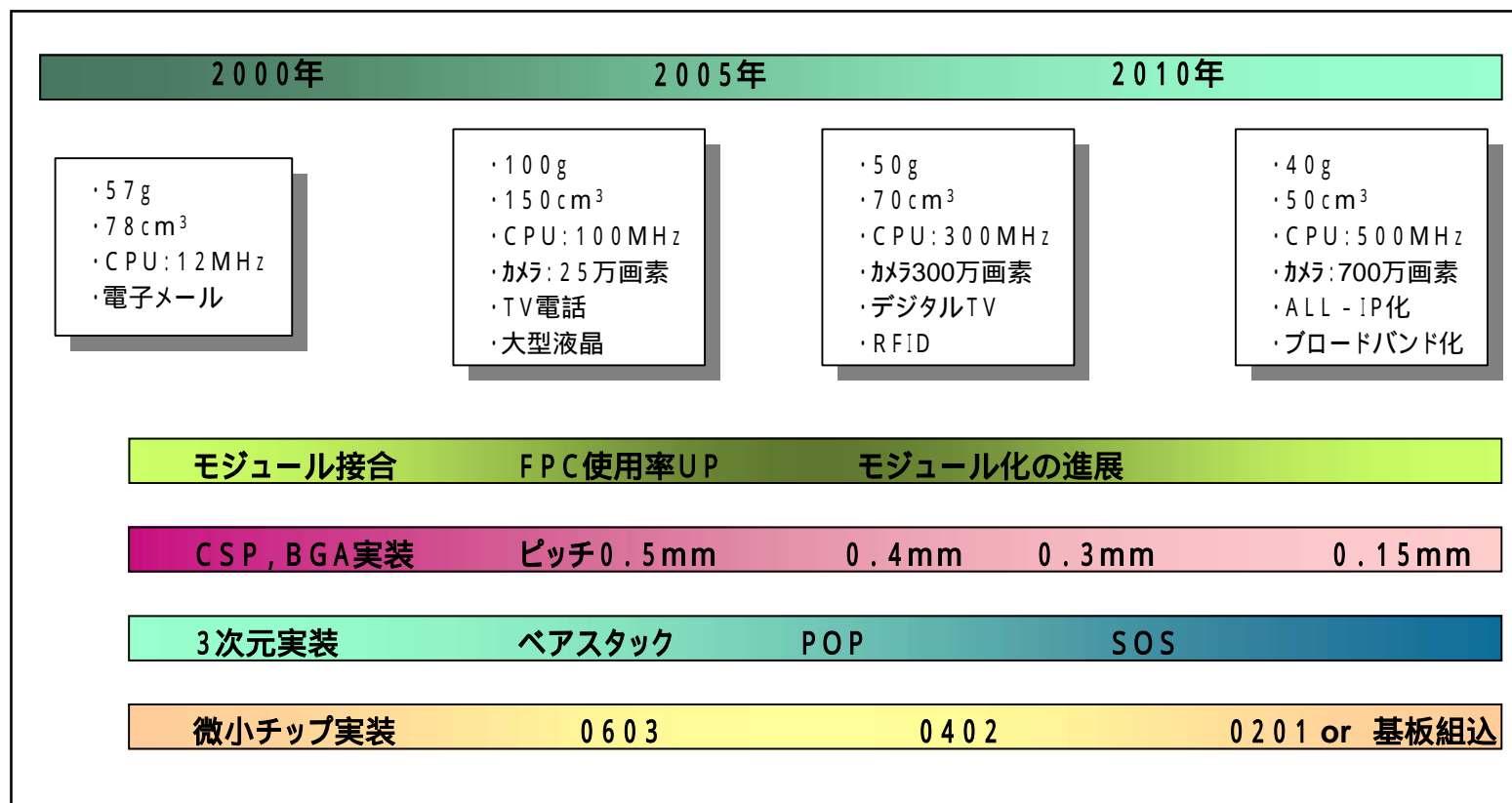
	差別化技術	薄く	軽く	長時間駆動
プリント基板	高密度実装技術			
筐体	筐体薄肉化技術			
	ネジ削減技術 軽量ヒンジ技術			
アンテナ	マルチバンドアンテナ実装技術			
LCD	0.2mm厚12.1型半透過液晶採用			
	LEDバックライト採用			
ODD	7mm厚DVDスーパーマルチドライブ			
ストレージ	64GBフラッシュメモリディスク			
KB	薄型軽量キーボード新開発			
冷却モジュール	薄型軽量モジュール新開発			

世界一薄いノートPC(19.5mm t) / SSRX1(2007年6月) 35%小型化(SX比較)

出所:工業調査会「電子材料」2007年9月号

携帯電話

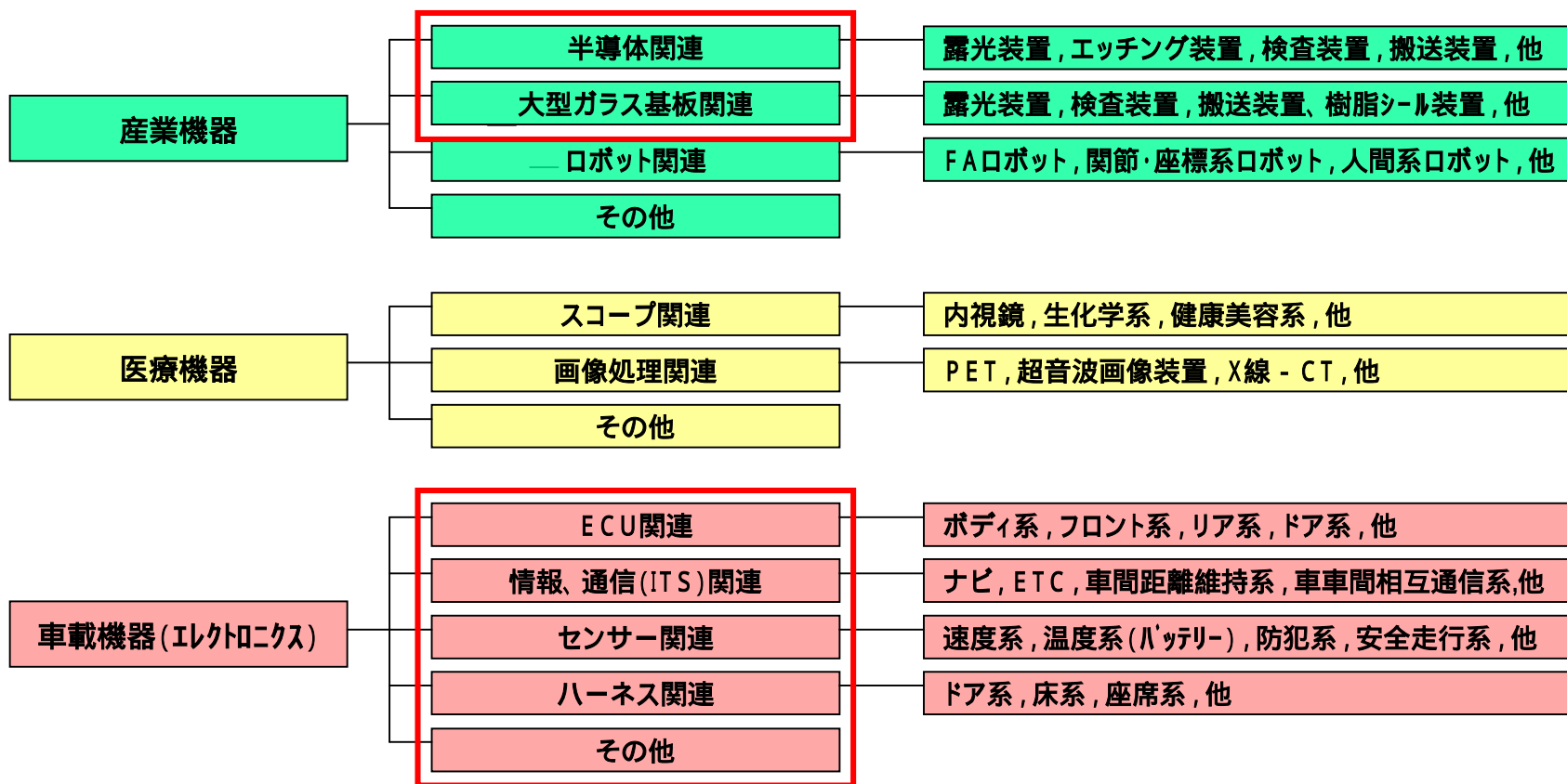
携帯電話にみるJissoトレンド



出所:工業調査会「電子材料」2006年4月号に基づき作図

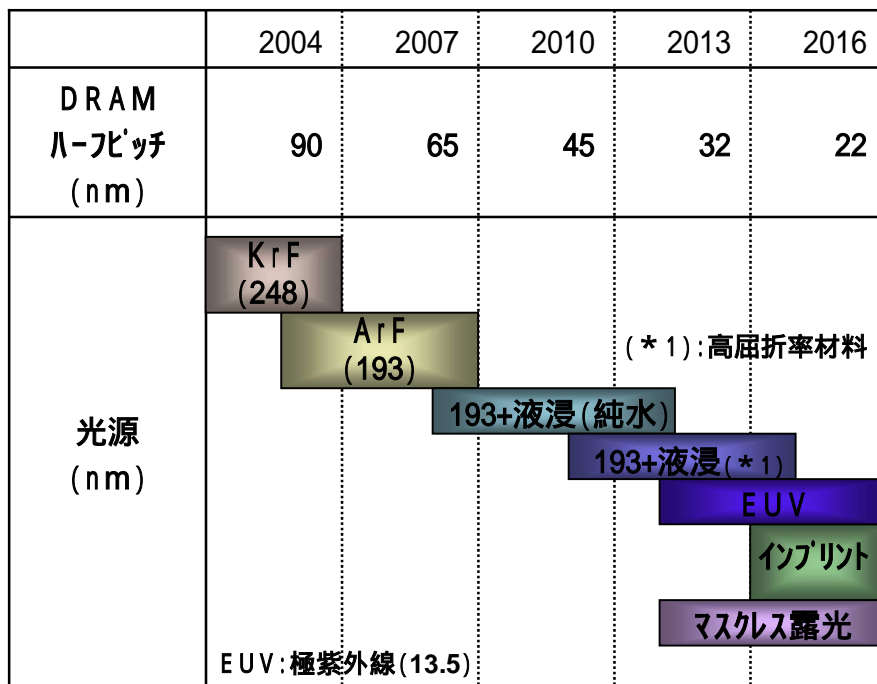
産業, 医療, 車載機器の小型化(狭スペース)

小型化は民生デジタル機器に牽引されながら全ての機器に浸透しています。また、本来は相反する課題を技術革新によって解決し、小型化, 軽量化と高機能化を両立させています。大型化する機器においても、軽量化と高機能化による高密度配線, 狭スペース配線, 可動耐久性の向上(高耐折性, 高屈曲性)などが求められています。



半導体関連機器

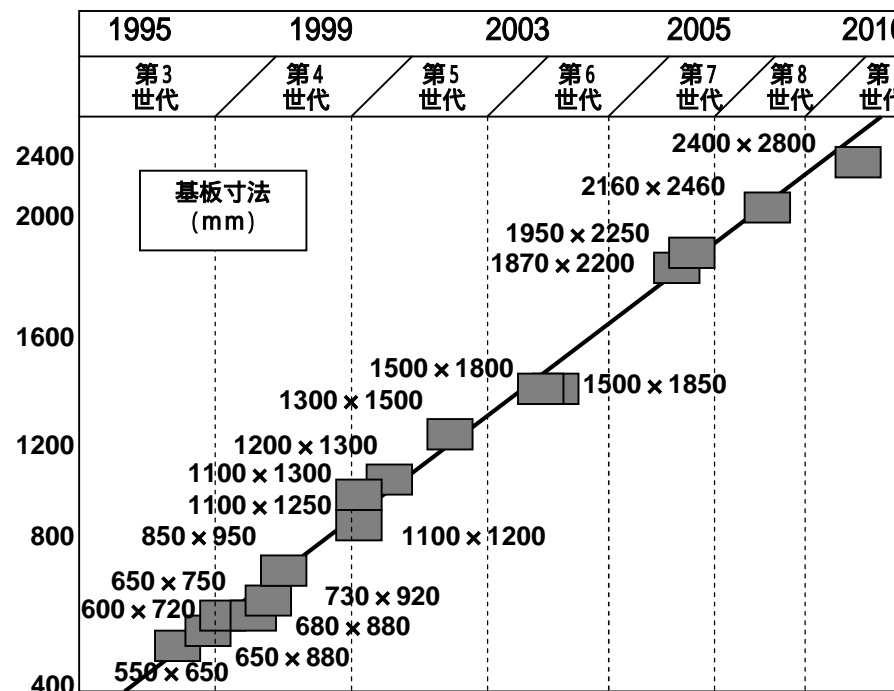
半導体リソグラフィロードマップ



出所: ITRS 2005年度版に基づき作図、色付け

大型ガラス基板関連機器

ガラス基板サイズの変遷

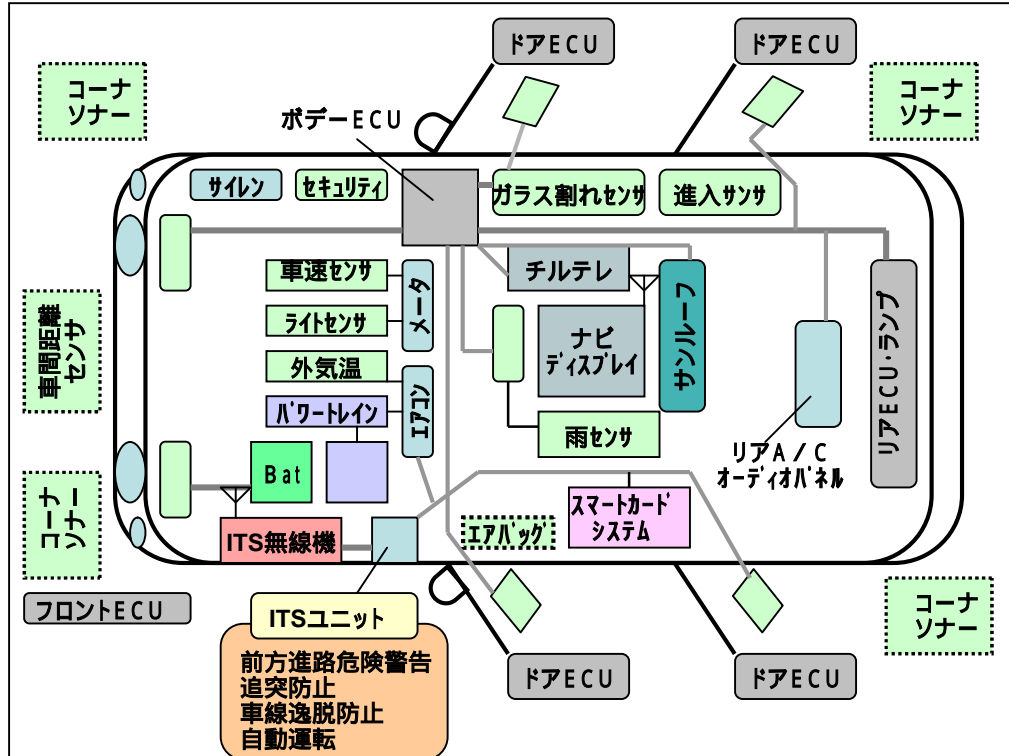


工業調査会「電材材料」2006年7月号に基づき作図

- 半導体関連機器** : リソグラフィの高精細化と共に機器の高精度化, 機能化は進化する一方であり、機器内配線の軽薄化が求められている。
- 大型ガラス基板関連機器**: ガラス基板のサイズUPと共に、機器は巨大化し、配線の軽量化が求められている。
また、巨大化に伴い可動部のハイ・スピードも必須となり、可動配線の耐久性向上が求められている。

車載関連機器

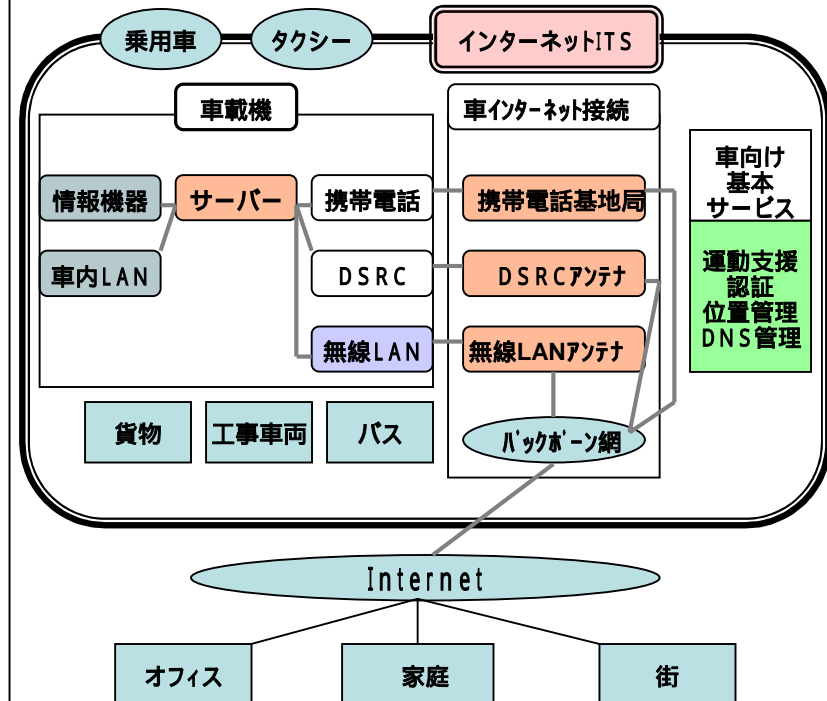
ボデー制御のための車内LAN



出所: 日刊工業新聞社「カーエレクトロニクス用プリント配線板入門第1章」を基に作図, 色付け

インターネットITS

どんな車も、どこでも、いつでも、インターネットにつながり
無限のサービスを自由に享受できる社会基盤を構築する



出所: 日刊工業新聞社「カーエレクトロニクス用プリント配線板入門第1章」(同左)

カーエレクトロニクスの進化は、今後ますます加速され、基板実装密度と配線密度の向上がキーテクノロジーとなっている。まだFPC採用は、計器パネル周辺に留まるが、各種センサ周辺, ECU周辺, ITS関連, 他で需要が高まると予測される。さらに、ハーネス関連の複雑化は現状でも限界レベルにあり、軽薄化と設計の高自由度要求からFPCは期待されている。

軽薄小型化

民生デジタル機器とFPC

極薄化, 高柔軟化と可動耐久性 (高耐折性・高屈曲性)

高機能化

高速(ギガビット)伝送

高密度実装

軽薄大型化

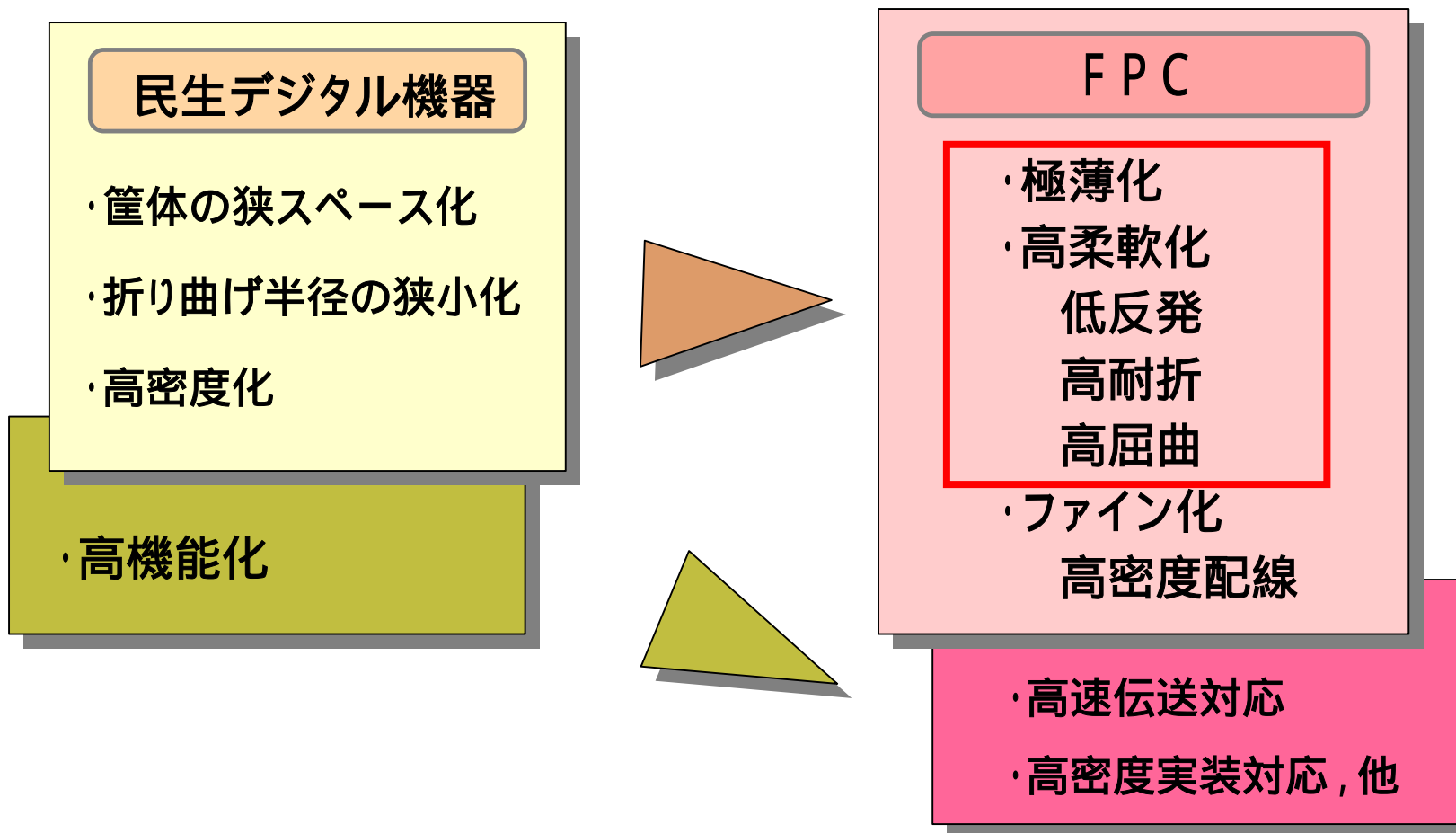
産業, 医療, 車載, その他の機器とFPC

固定配線の軽薄化

可動配線の軽薄化

軽薄小型化

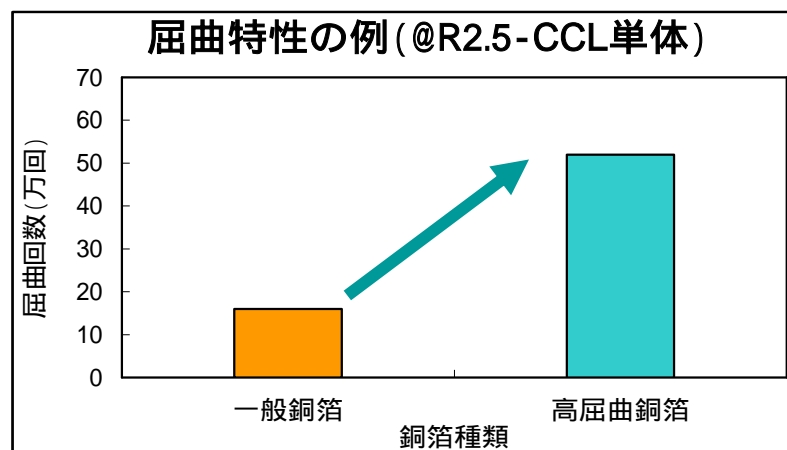
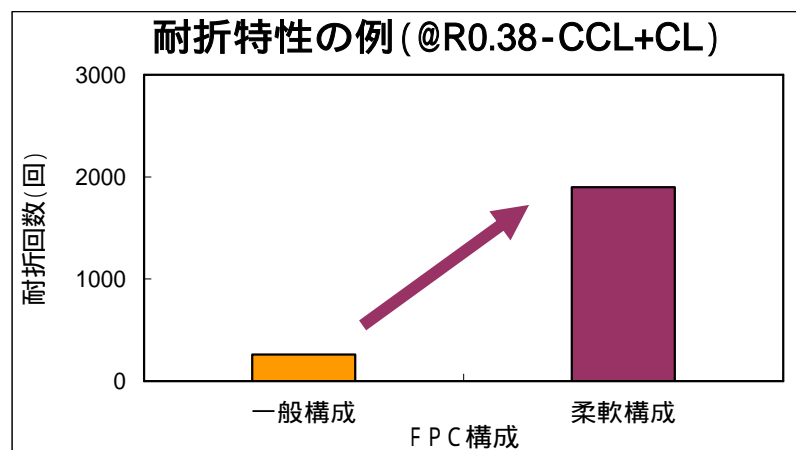
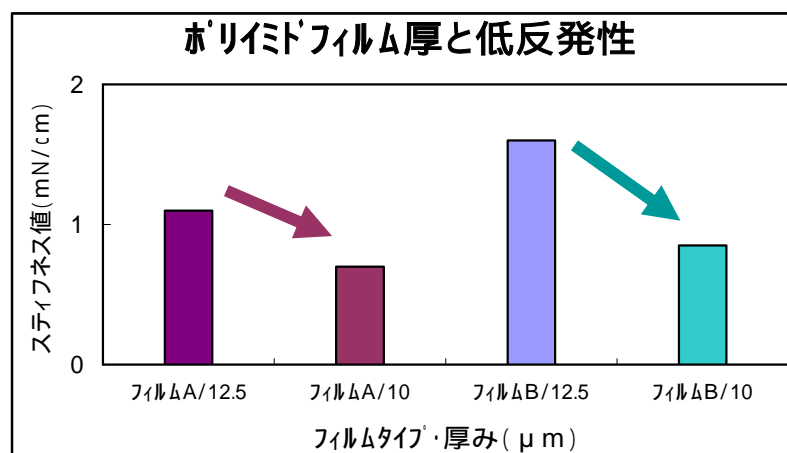
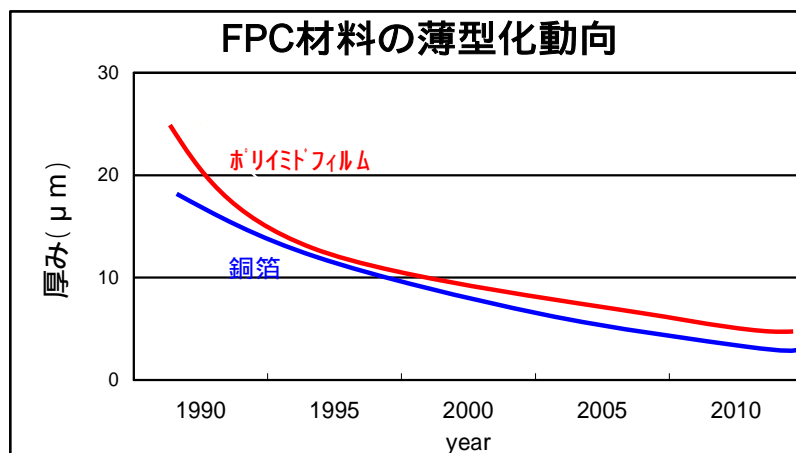
民生デジタル機器とFPC



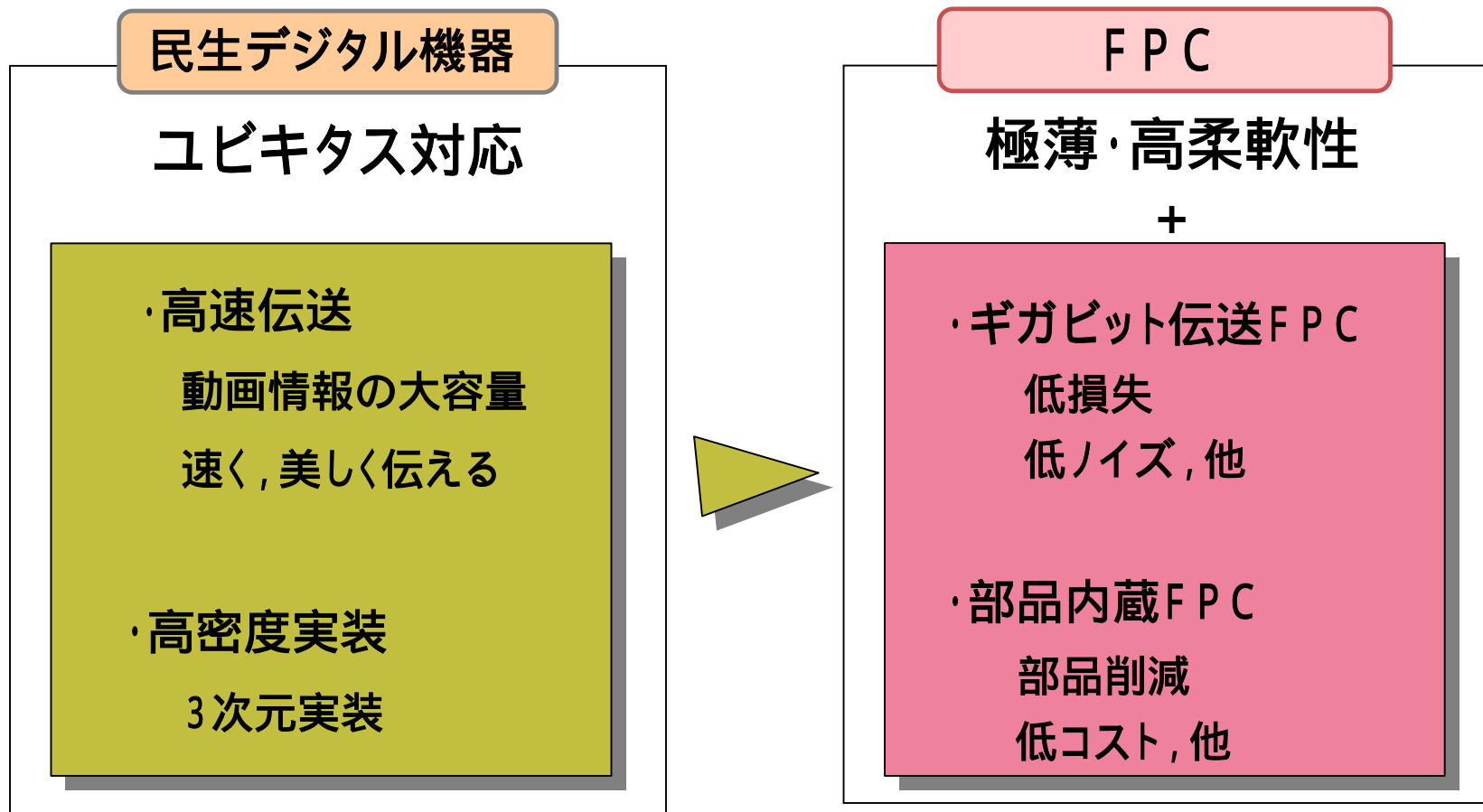
極薄化, 高柔軟化と可動耐久性 (高耐折・高屈曲)

極薄・高柔軟化ニーズに合わせ、

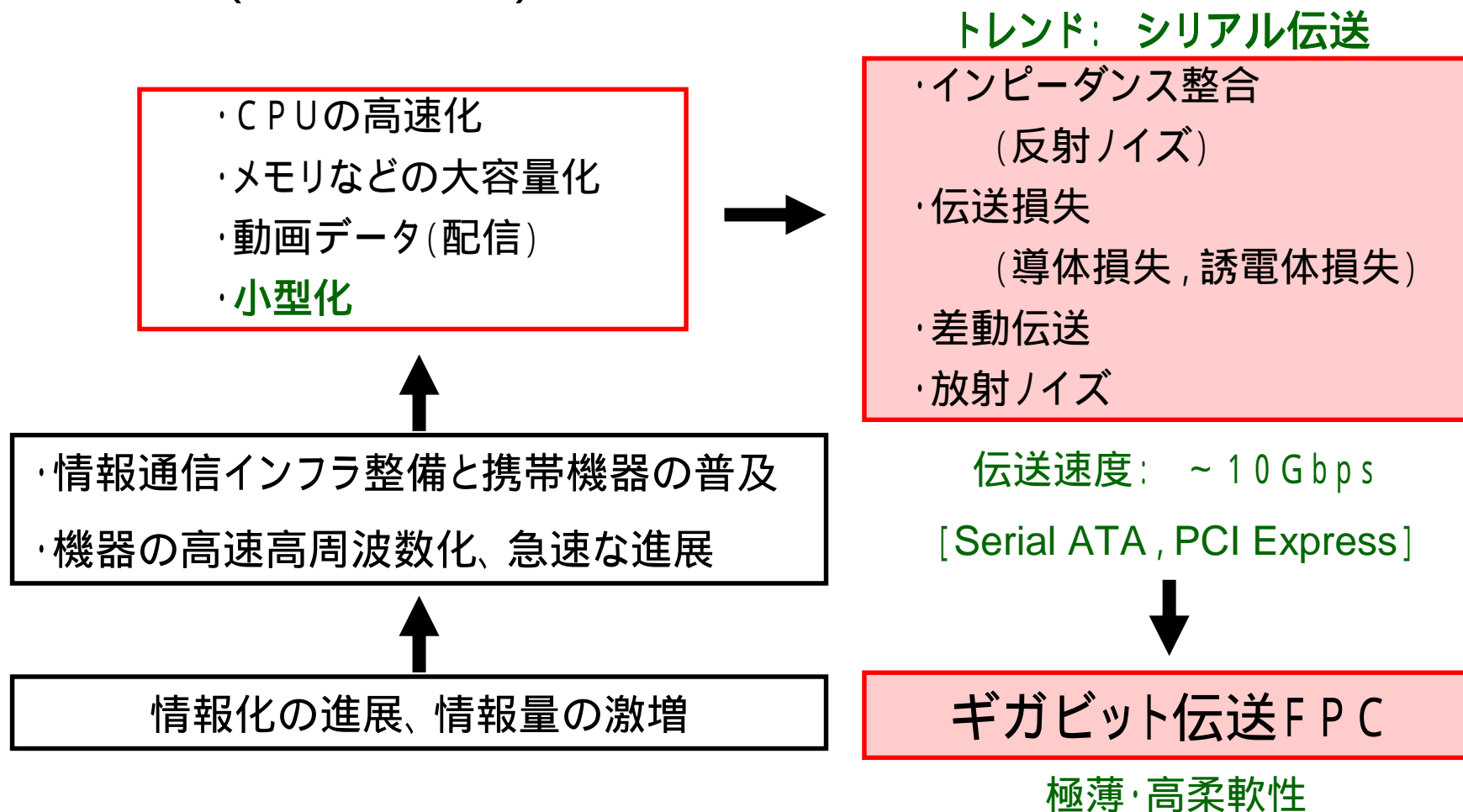
FPC材料も“極薄化と低反発性, 高耐折と高屈曲性能”が高められている



高機能化（高速伝送，高密度実装）



高速(ギガビット)伝送

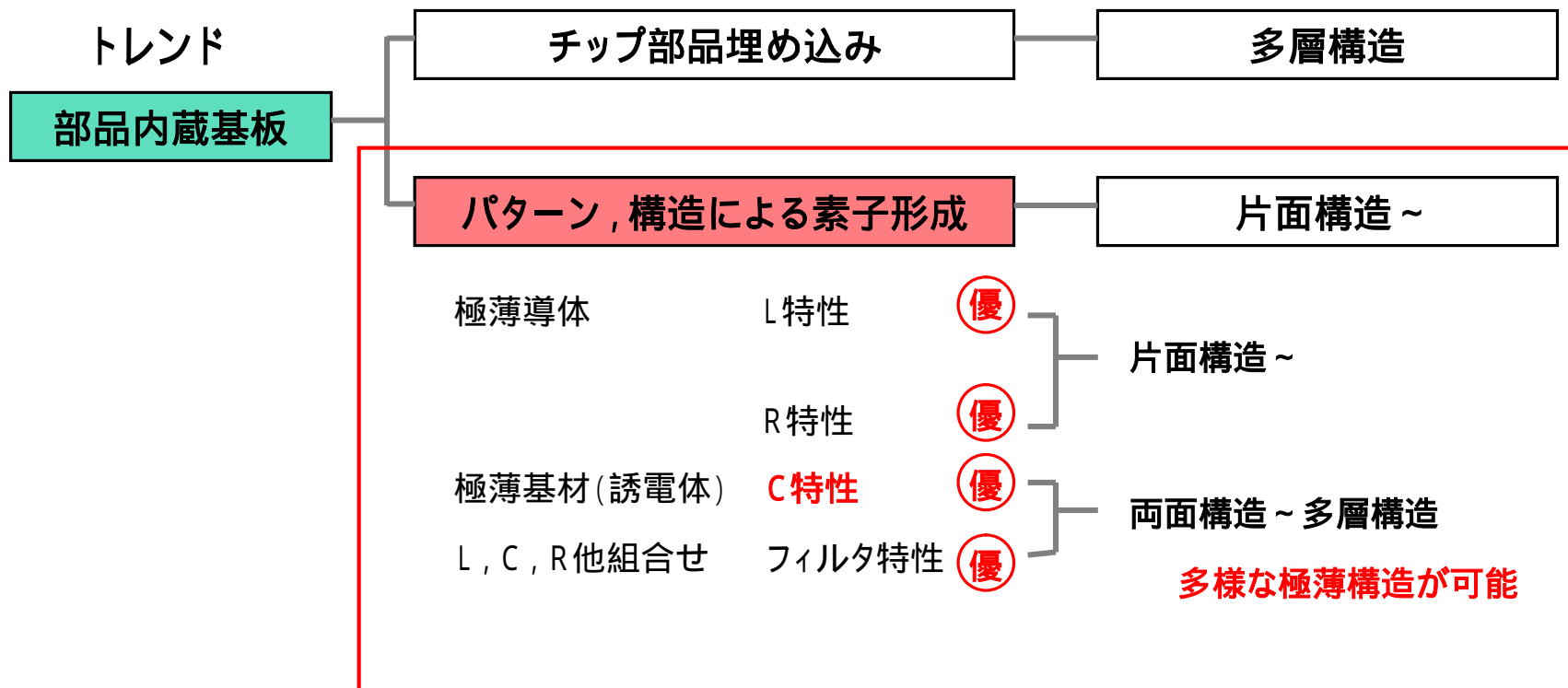


高密度実装

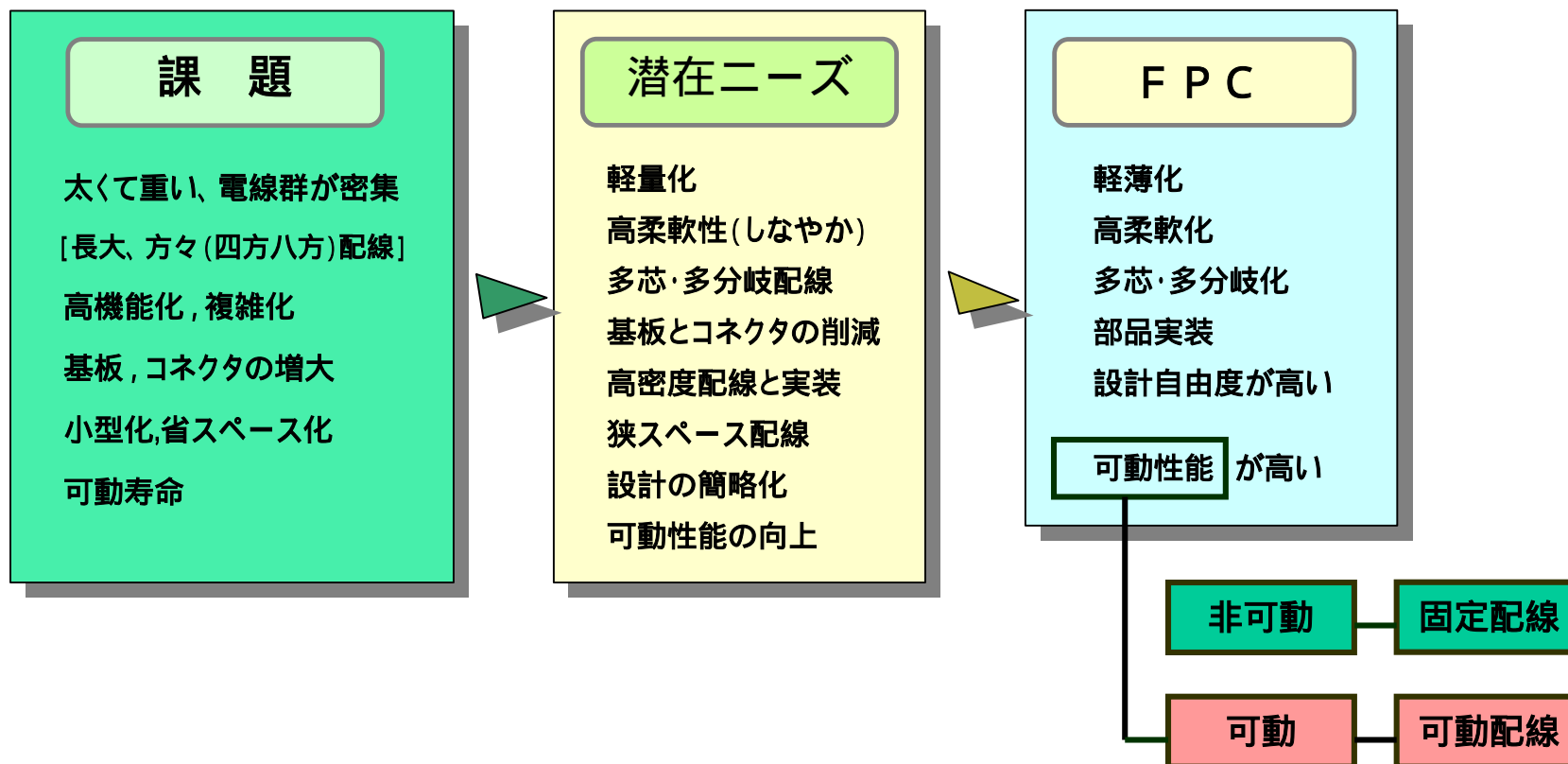
部品内蔵FPCの可能性



『L, C, R, フィルタ素子形成による部品内蔵FPC』



軽薄大型化 産業, 医療, 車載, その他機器とFPC

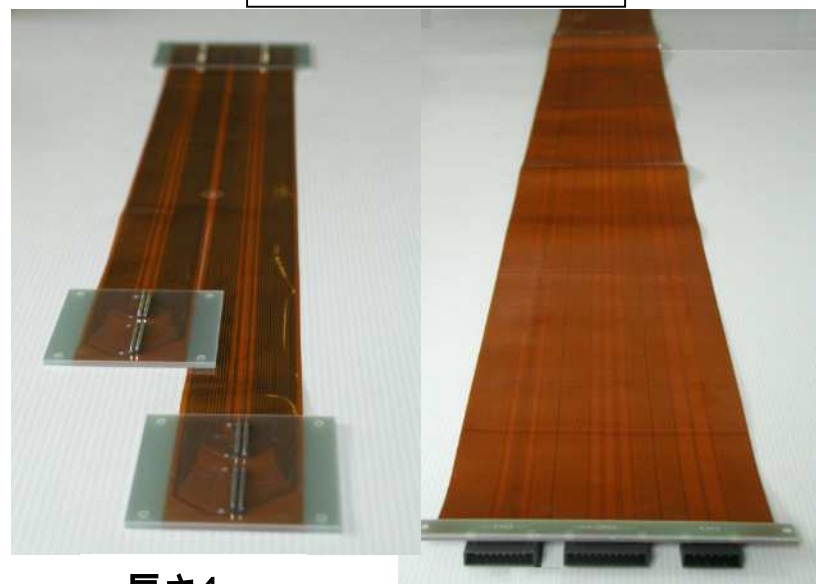


固定配線の軽薄化

ワイヤーケーブル



軽薄・柔軟なFPC

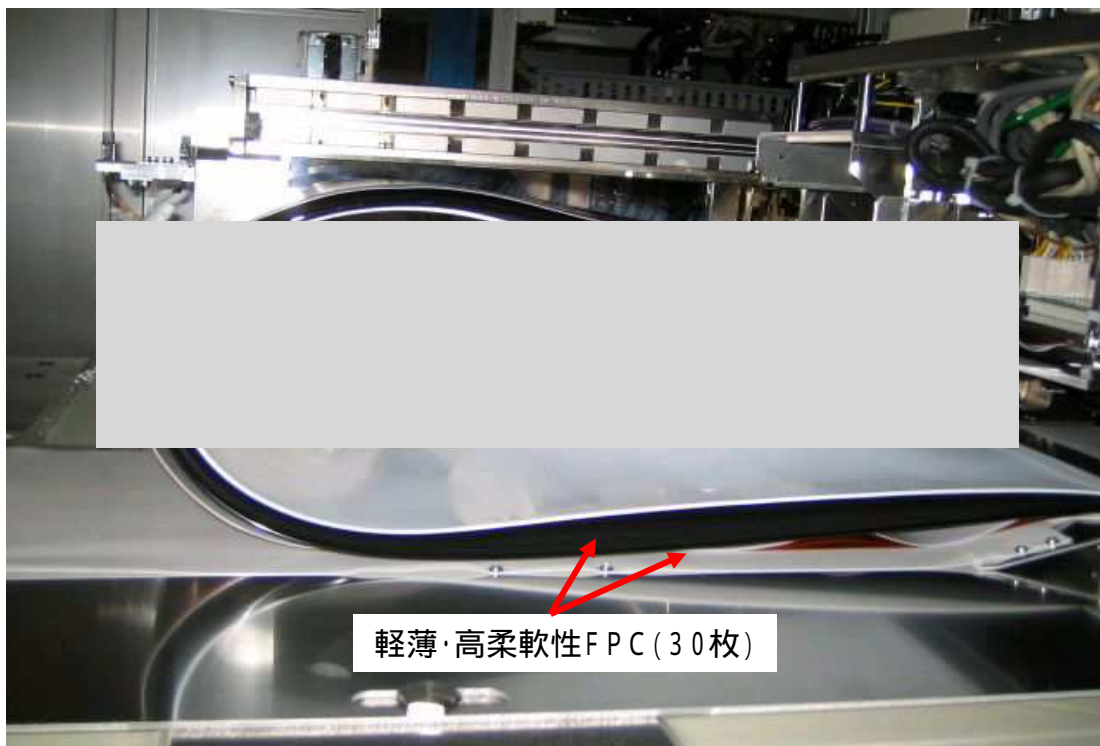


長さ1m

長さ3.5m

AWG20 ~ 36 × 100 ~ 200本を FPC 1枚へ

可動配線の軽薄化

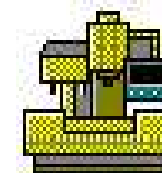


軽薄・高柔軟性FPC(30枚)

使用例:産業大型機器

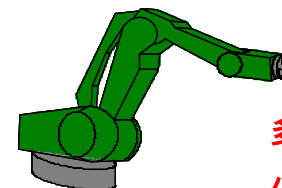
曲げ半径:MIN7.5mm, 移動距離:1000mm, 移動速度:500回/分

軽薄可動配線が必要な機器 (多種多様)



多芯・多分岐

各種マウント関連機器



多芯・多分岐
少芯・極細

ロボット関連



多芯・多分岐
少芯・極細

医療関連機器

開発の概要

開発例

低反発性FPC (軽薄小型)

固定配線 / 超長尺FPC (軽薄大型)

可動配線 / 極細長尺FPC (軽薄大型)

特性例

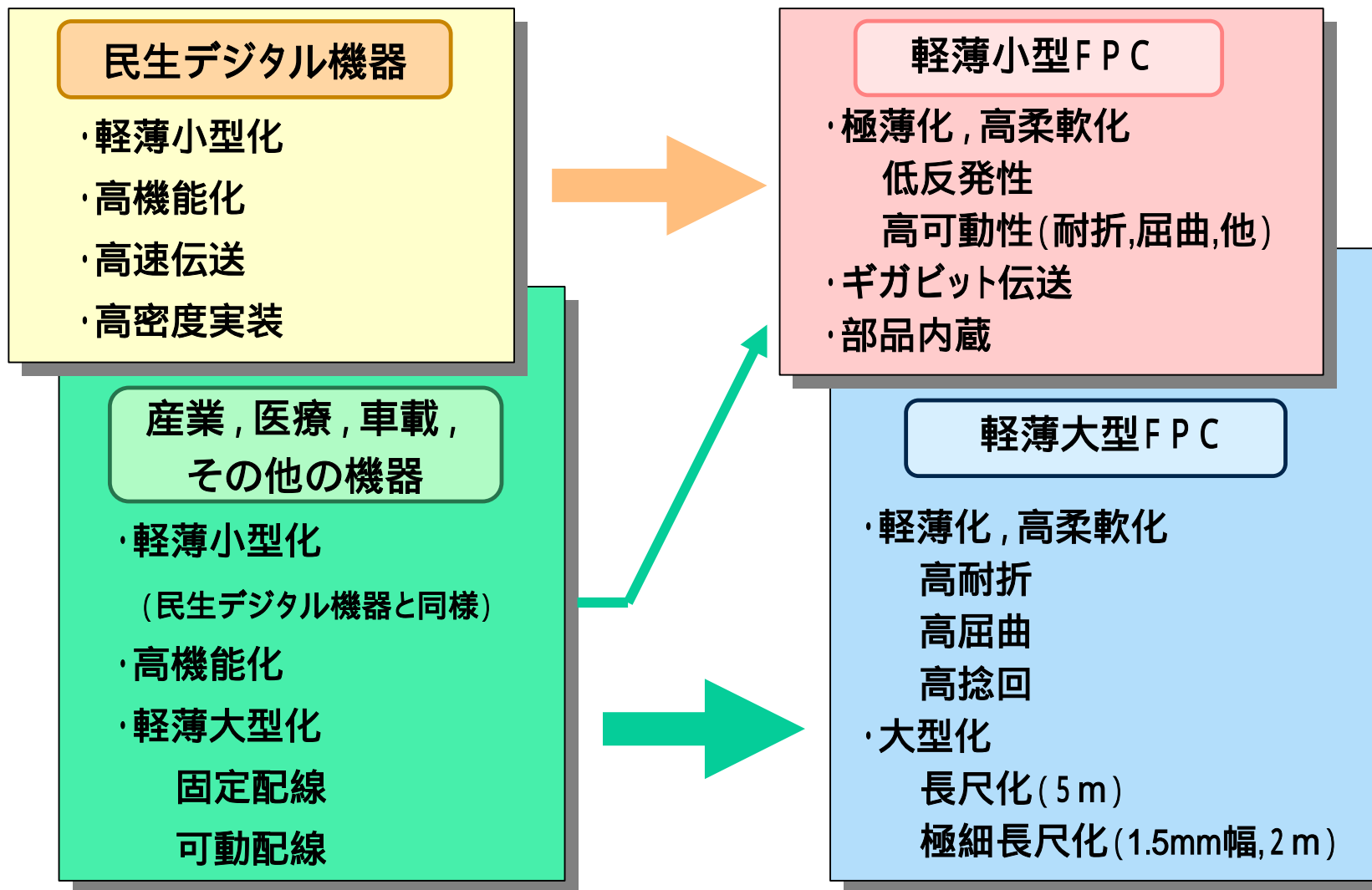
低反発性 (しなやかさ)

耐折性 (MIT試験)

耐屈曲性 (IPC屈曲試験)

高速伝送特性

開発の概要



デザインルール(例)

分類	種別		基本構造	FPC厚 (μm)	基本サイズ'(mm)		インク		カバーレイ (ホリミド')
					幅	長さ	エポキシ系	ホリミド系	
軽薄小型 FPC	低反発性		片面	30 ~	100	100			
			両面	50 ~					
	高可動性		片面	50 ~	100	200	-		
			ギガビット伝送		両面 ~	60 ~	100	200	
部品内蔵		検討中	同左	同左	同左	同左	同左	同左	
軽薄大型 FPC	固定配線	超長尺	片面	70 ~	~ 230	~ 5000 (5m)	-	-	
			両面	100 ~					
	可動配線	超長尺	片面	60 ~	~ 230	~ 3000 (3m)	-	-	
極細長尺			片面	50 ~	1.5 ~	~ 2000 (2m)	-	-	





開発例 低反発性FPC (軽薄小型)

片面構成例

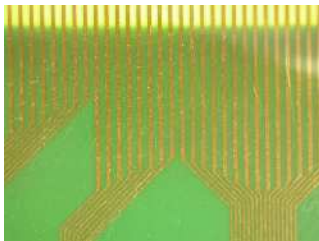


両面構成例

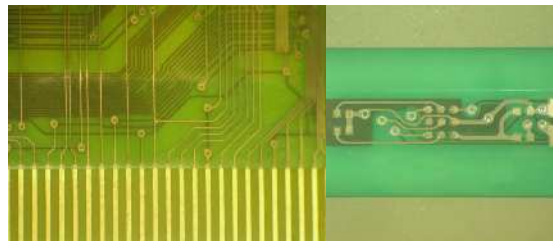


	絶縁インク	5 ~ 10 μm
	銅箔	3 ~ 9 μm
	ポリイミドフィルム	12 ~ 15 μm
	銅めっき	10 μm

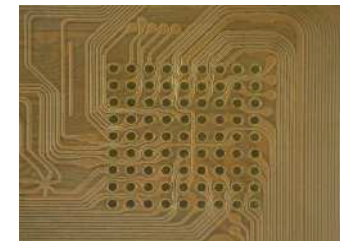
製品例



エポキシ系インク片面構成
(FPC厚み30 μm)



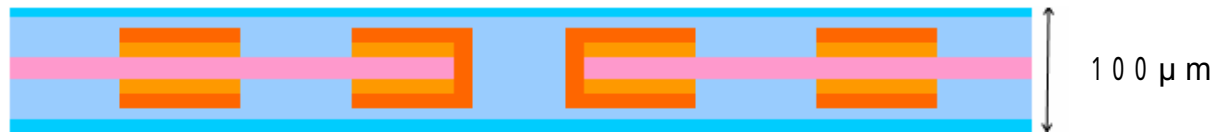
エポキシ系インク両面構成
(FPC厚み60 μm) (FPC厚み70 μm)

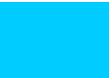






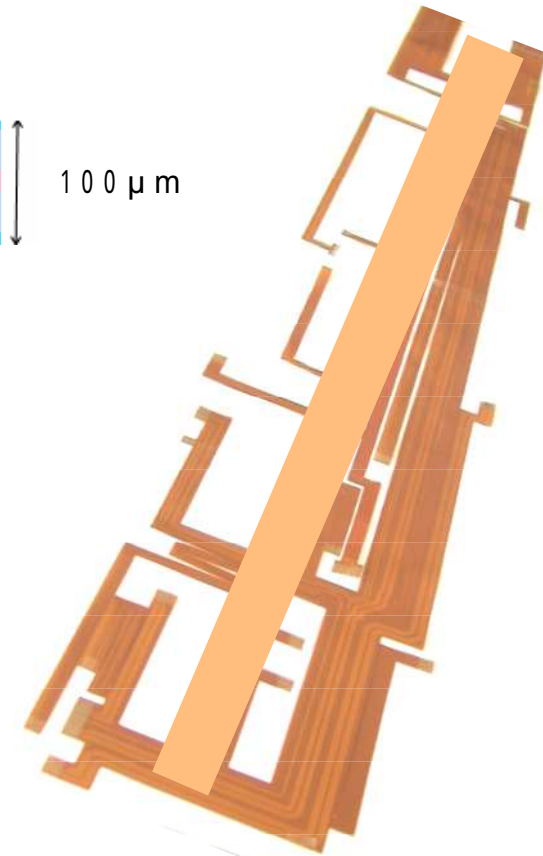
ポリイミド系インク片面構成
(FPC厚み70 μm)

固定配線 / 超長尺FPC (軽薄大型)

両面構成例



	ポリイミドフィルム	12 μm
	接着剤	10 ~ 15 μm
	銅箔	3 ~ 9 μm
	ポリイミドフィルム	12 μm
	銅めっき	10 μm



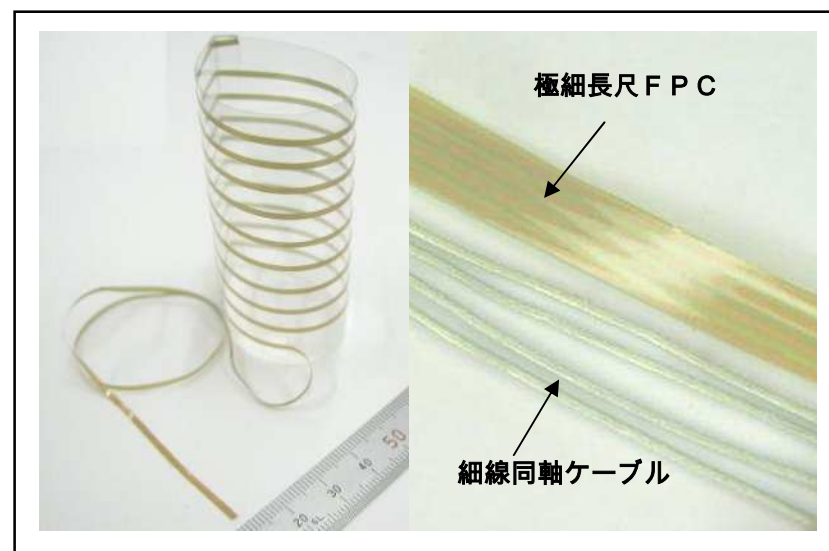
製品例: FPC長 = 2m
多分岐品

可動配線 / 極細長尺FPC (軽薄大型)

片面構成例

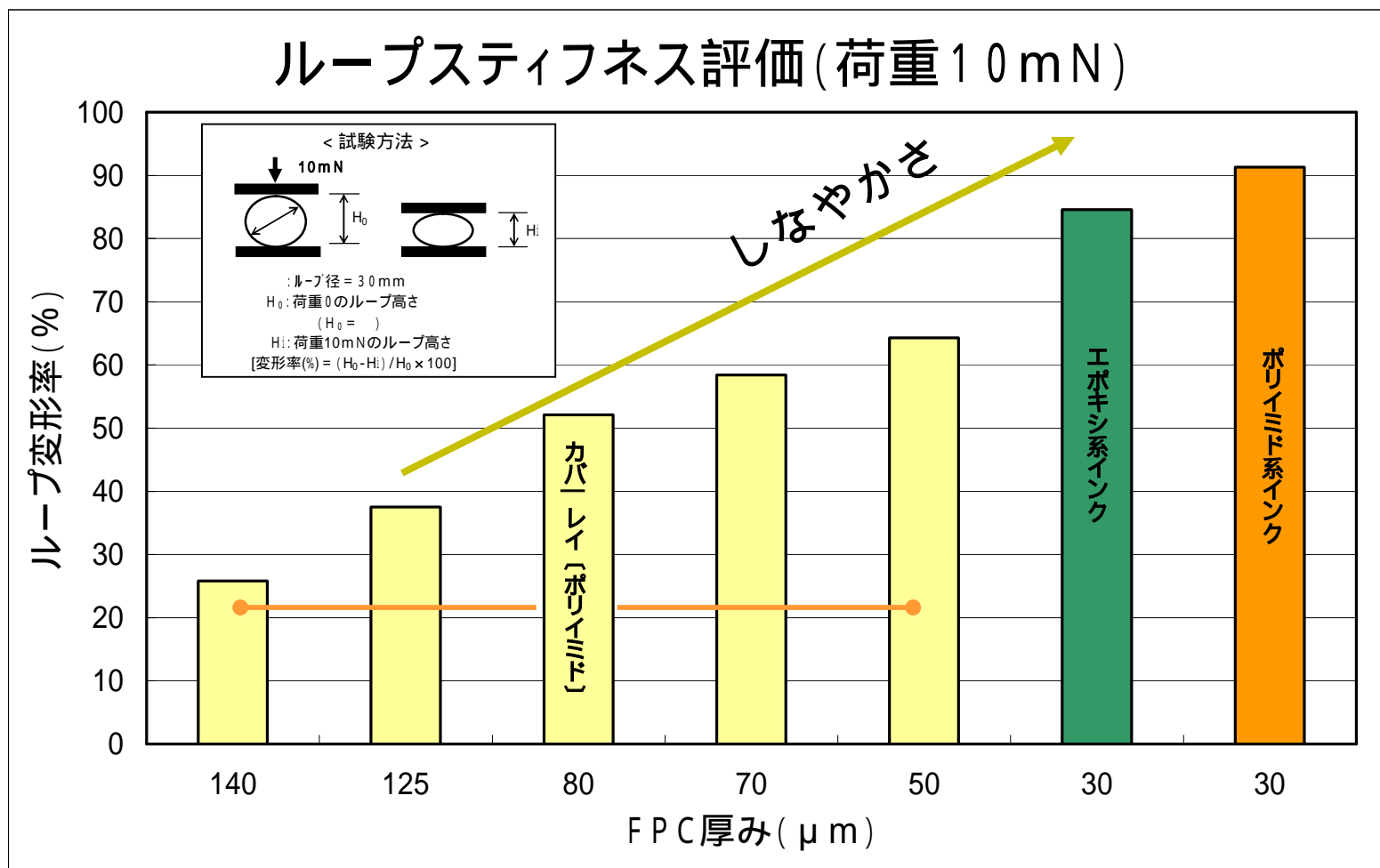


	ポリイミドフィルム	12 μm
	接着剤	10 ~ 15 μm
	銅箔	3 ~ 12 μm
	ポリイミドフィルム	12 μm

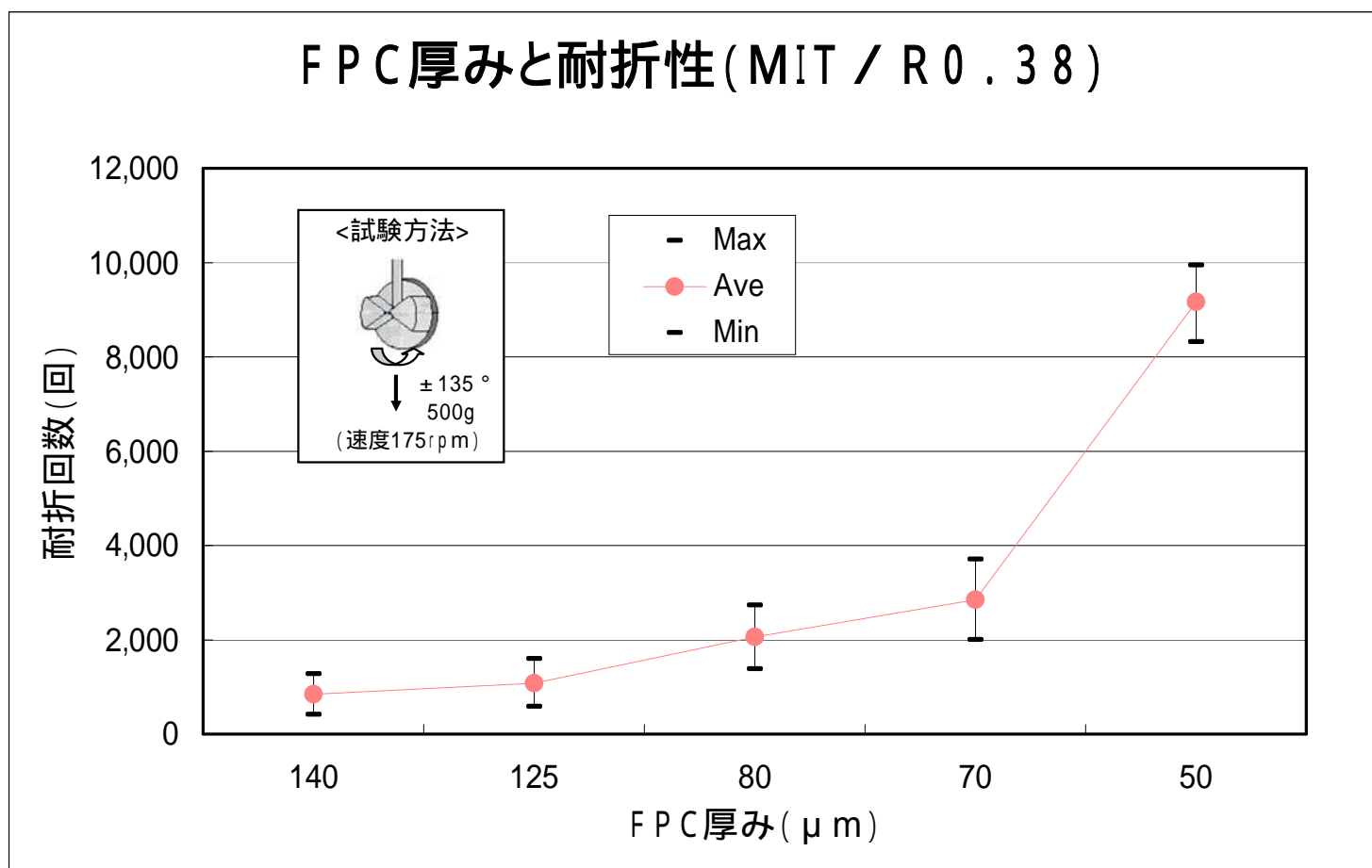


製品例: FPC幅1.5mm(4芯), FPC長=2m (50 μmt)

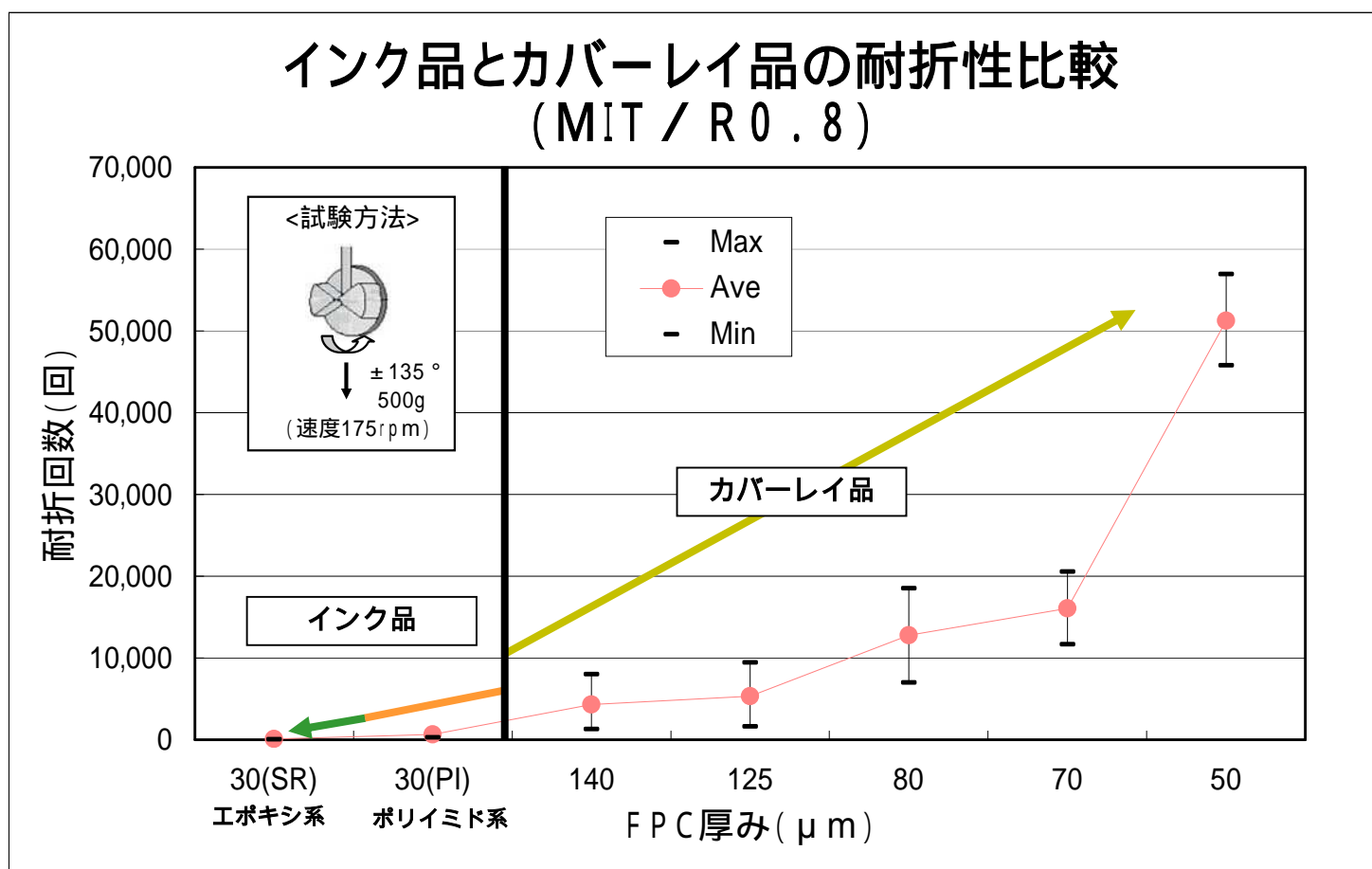
特性例 低反発性(しなやかさ)



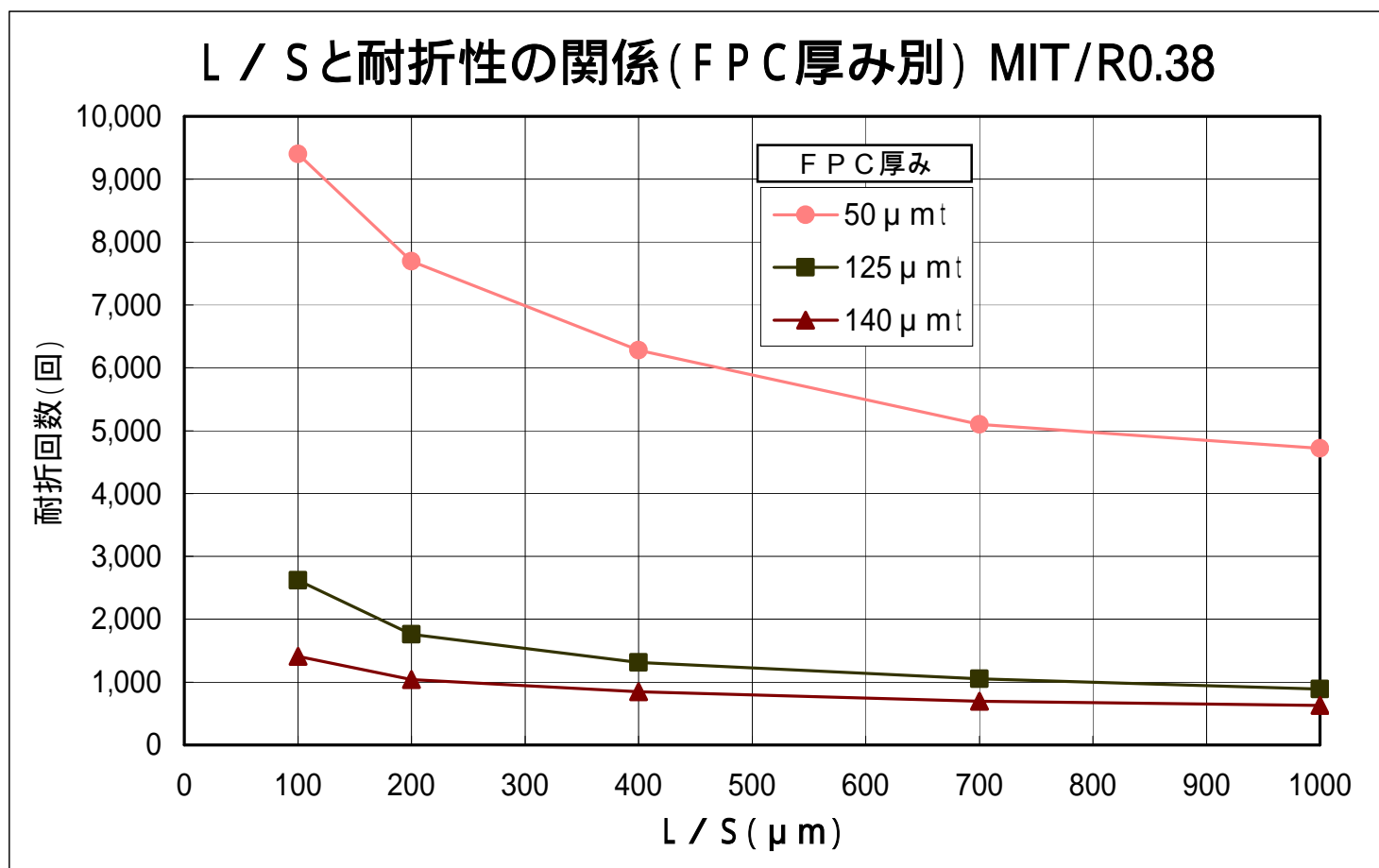
耐折性 (1/3)



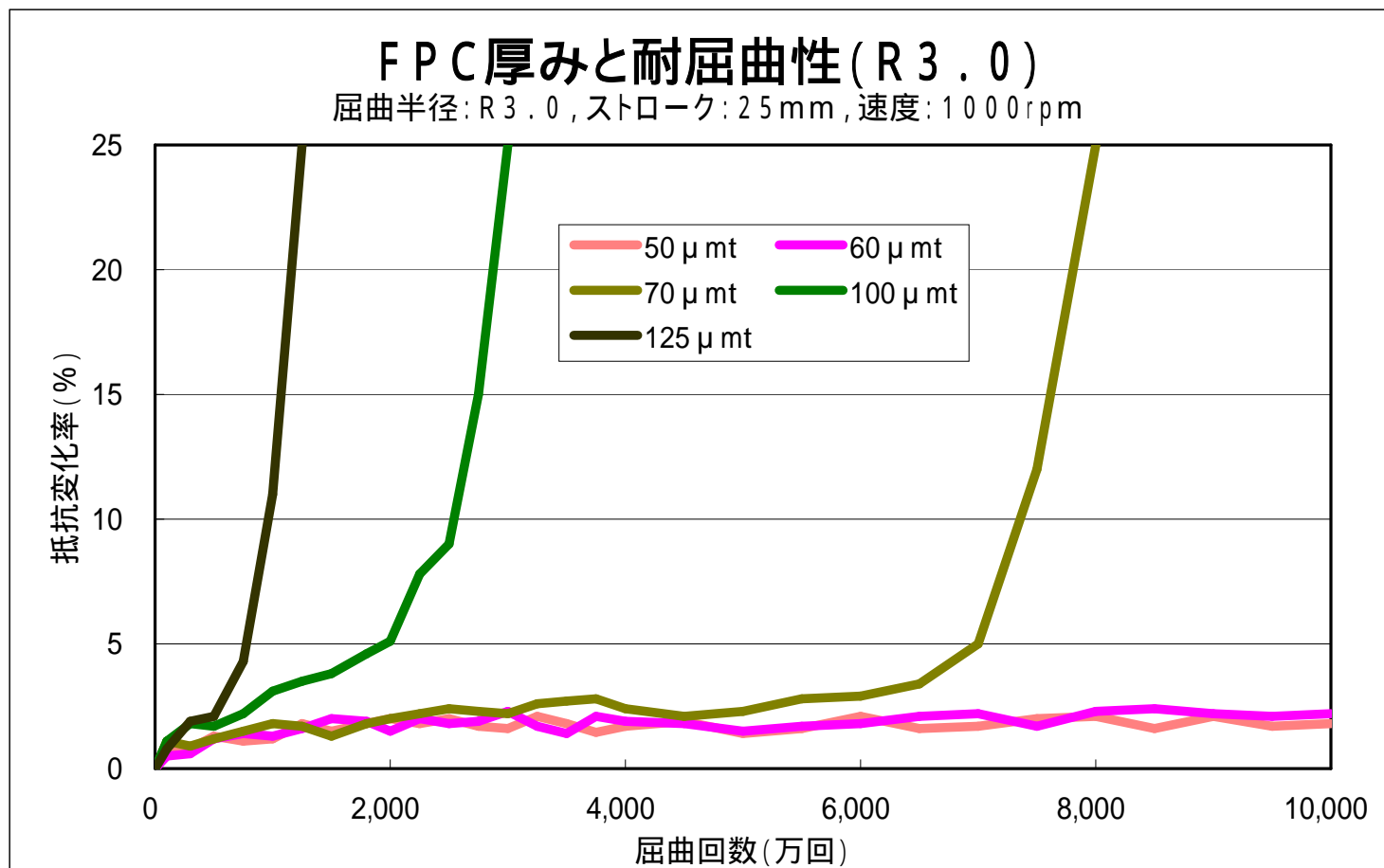
耐折性 (2/3)



耐折性 (3/3)

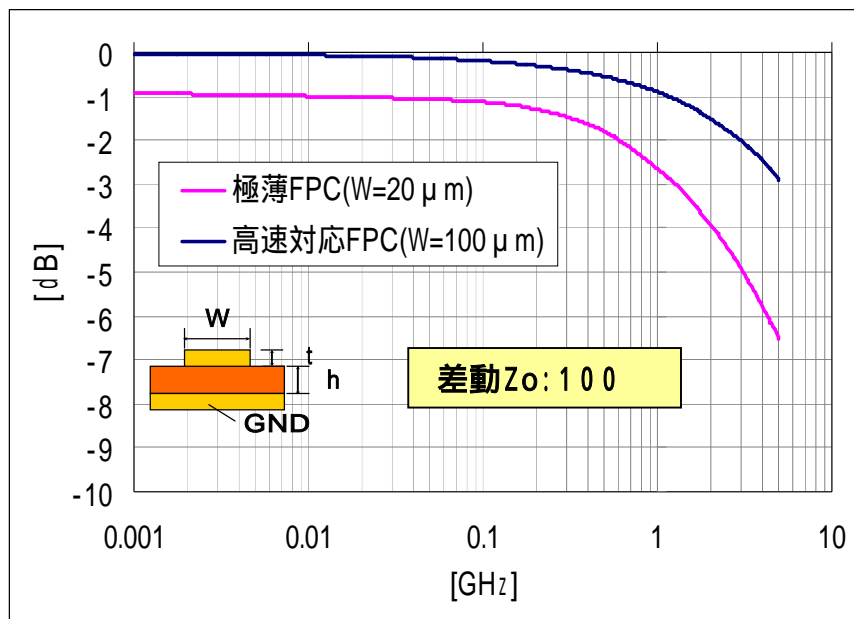


耐屈曲性 (IPC 屈曲)

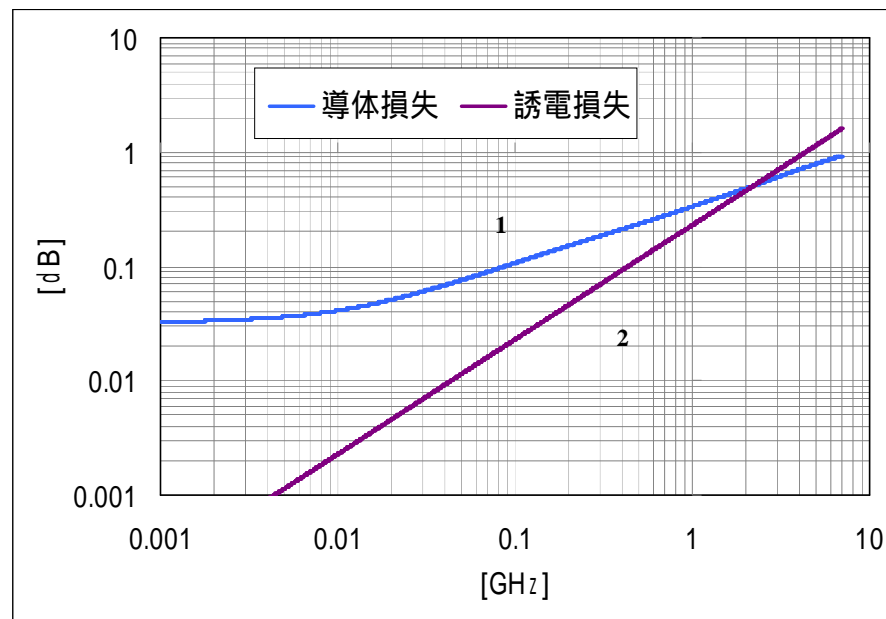


高速伝送特性 (1/4)

極薄FPCの伝送損失(通常の高速対応構造FPC比較)



導体損失と誘電損失の周波数特性

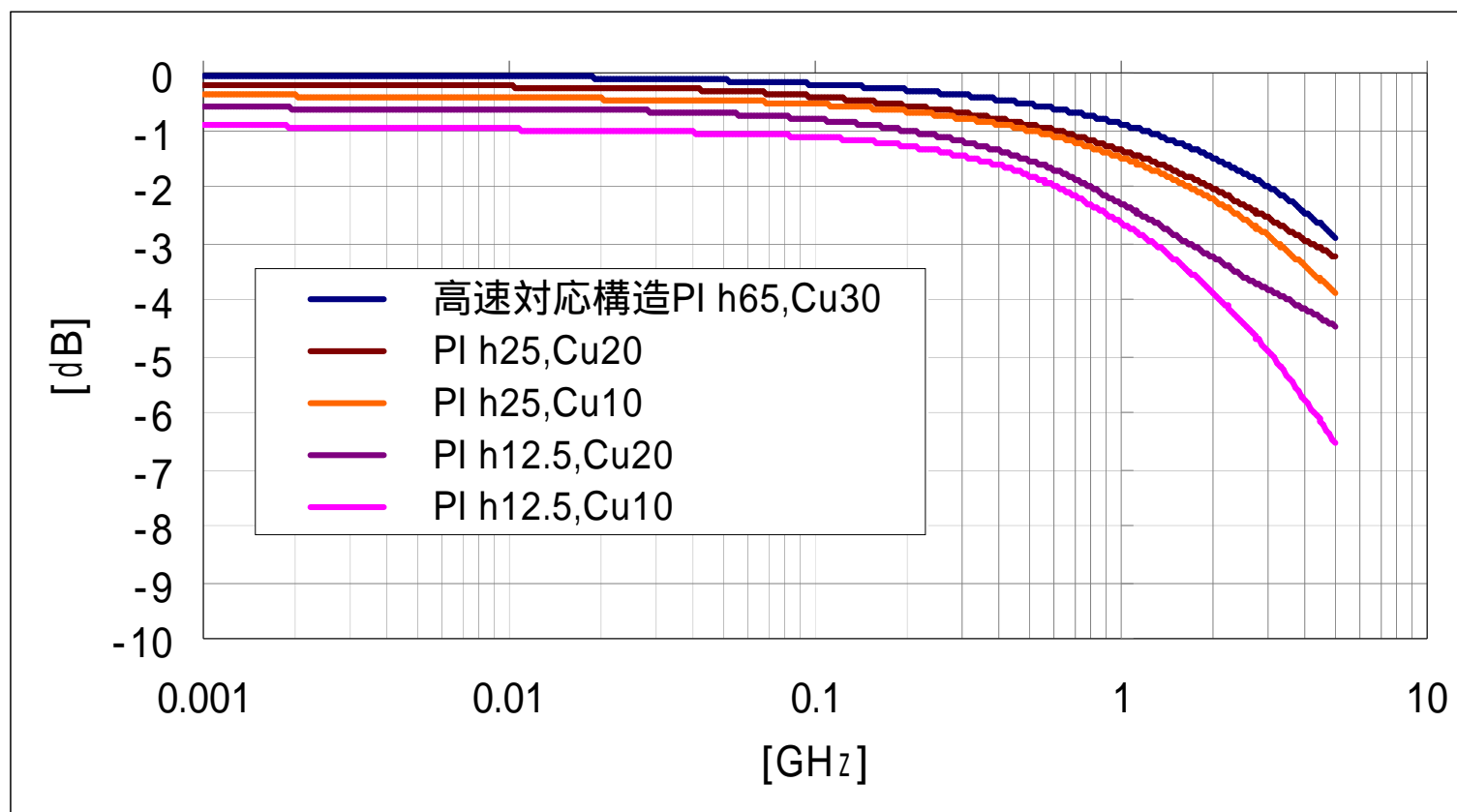


誘電率が同じなら特性インピーダンス(Z_0)のパラメータは、 W, t, h であり、 h が厚くなると W は太くなり、 h が薄ければ W は細くなる。極薄FPCの場合、必然的に W が細線化し、導体損失が増す。一般に、高速伝送対応には不利な構成となる。

伝送損失 = 導体損失 (1) + 誘電体損失 (2)
 導体損失は、導体断面積 ($W \times t$) が小さくなると増加する。
 誘電体損失は、誘電体 $\tan \delta$ と周波数に比例して増加する。

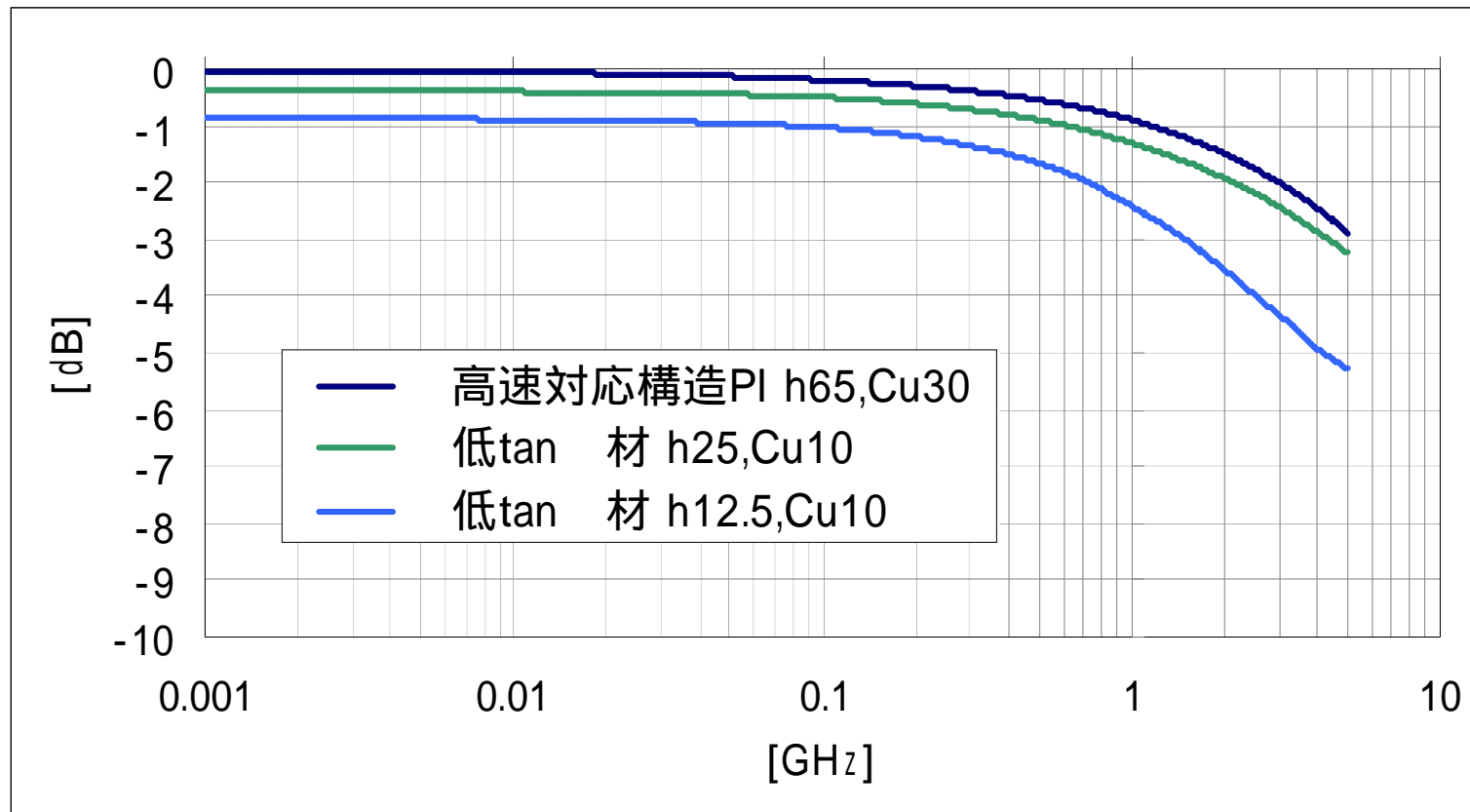
高速伝送特性 (2/4)

極薄FPC構成毎の伝送損失(通常、高速対応構造FPC比較)



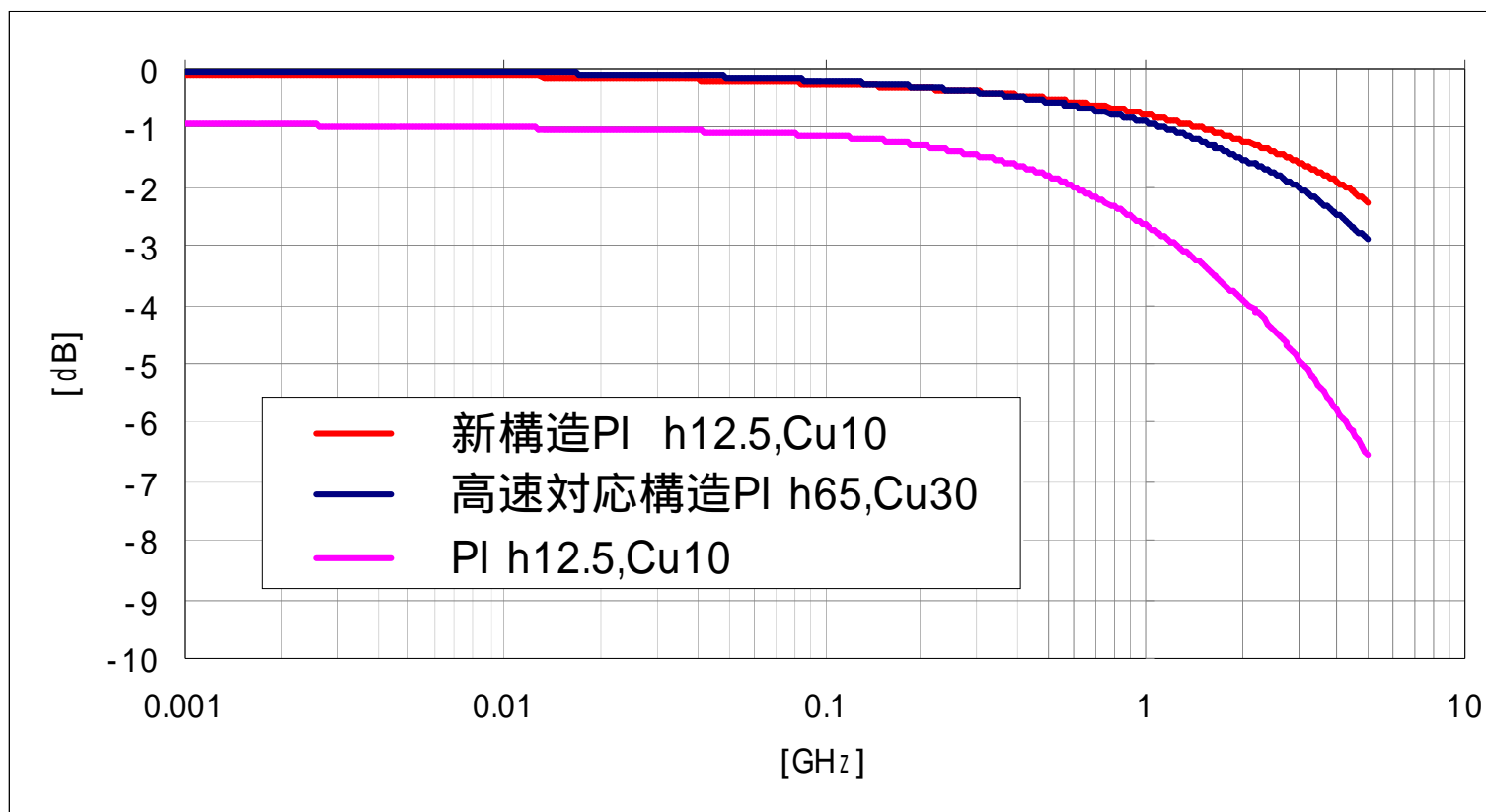
高速伝送特性 (3/4)

低tan 極薄FPCの伝送損失(通常、高速対応構造FPC比較)



高速伝送特性 (4/4)

極薄・高速構造FPCの伝送損失 (通常の高速対応構造FPC比較)



沖電線は、”極薄・ギガビット伝送FPC“ (新構造)を開発 (特許出願、準備中)

民生デジタル機器の小型化・進化により、極薄・高柔軟FPCのニーズは強い。

また、産業，医療，車載をはじめとする各種機器においても、軽薄・高柔軟性FPCのニーズは高まっている。

今後、極薄・高柔軟性FPCは、多様な進化と高機能化が期待されている。

沖電線は、これらのニーズ実現に向けて、

民生デジタル機器に対応する“極薄・高柔軟性FPC”を開発した。

産業，医療，車載，その他の大型機器に対応する“軽薄・超長尺

FPC”および“軽薄・極細長尺FPC”を開発した。

大容量データ伝送に対応する“極薄・ギガビット伝送FPC”を

開発した。