

ロジック半導体用有機サブストレートにおける 低熱膨張銅張積層板の量産化と産業界に おける基盤材料の実現

『MCL-E-705G/MCL-E-795G』

株式会社レゾナック

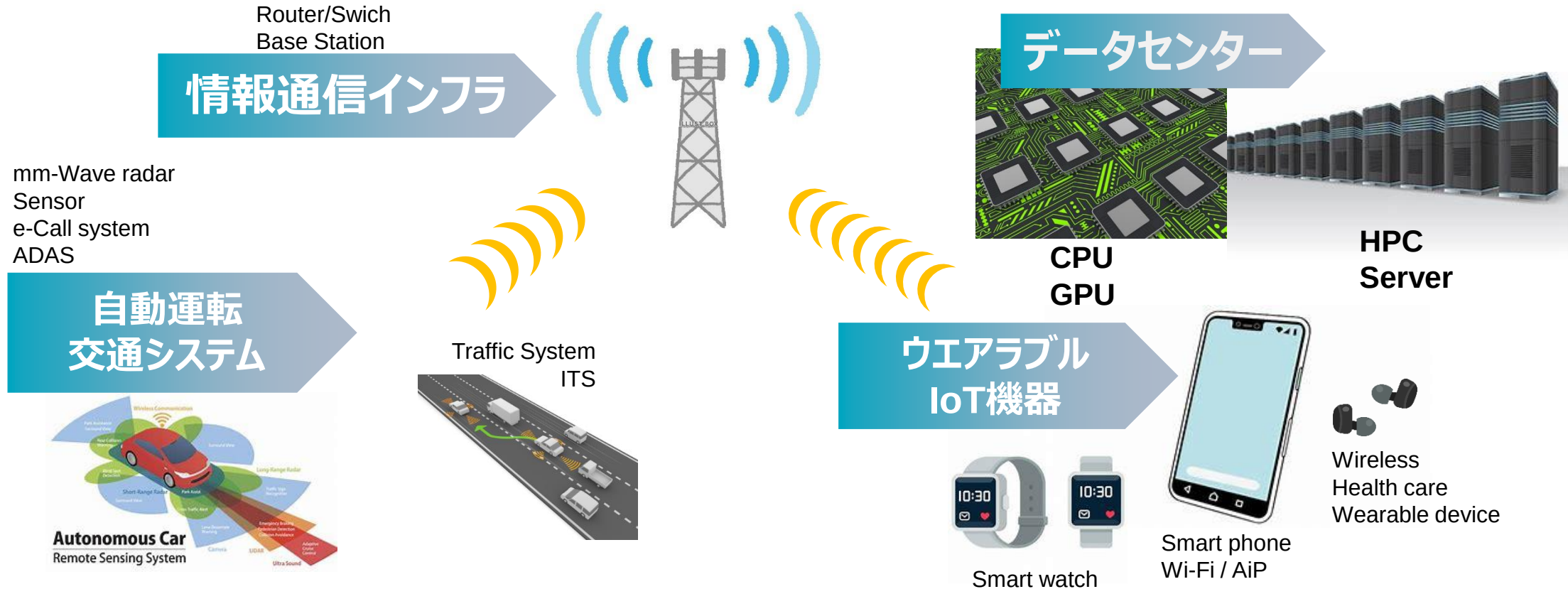
エレクトロニクス事業本部 開発センター 積層材料開発部 尾瀬昌久

2023年7月13日

RESONAC

1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括

1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括



高速通信

150Mbps→300Mbps→450Mbps
LTE-U/MIMO/WiGig

高機能化

WW → FEM module
Buttery life → Lower loss

市場適合性

Number of Pixel → High Resolution
Sensor → High sensitivity

高機能材料ニーズ
(プリント配線板用素材)

銅張積層板(MCL)とは… プリント配線板や半導体パッケージ(PKG)用基板を構成する素材

配線板の基本機能

- 電気を通す。→
- 電気を絶縁する。→
- 実装部品を支える。→

銅張積層板でどう実現するのか？

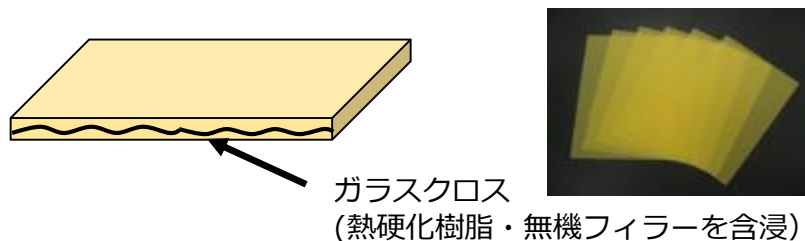
銅箔	(金属)
樹脂、無機フィラー	(有機物・無機物)
ガラスクロス	(無機物)



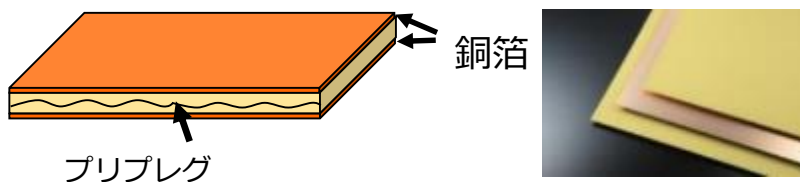
性質の異なる物質を
組み合わせた複合材料

【当社製品】

プリプレグ：ガラスクロスに熱硬化樹脂・
無機フィラーを含浸させ
半硬化した接着シート



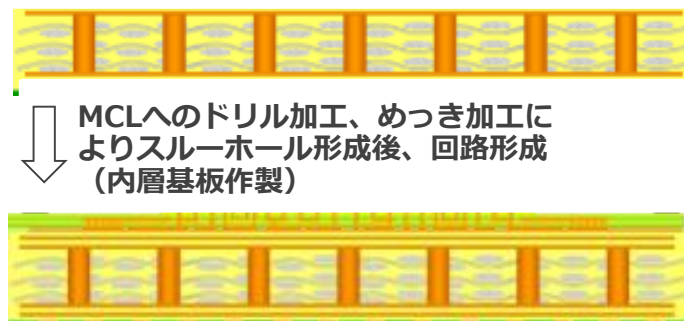
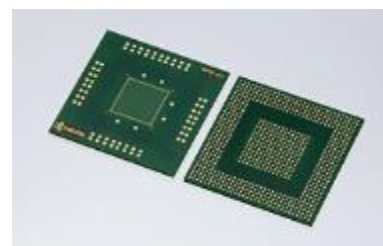
銅張積層板：プリプレグと銅箔をプレス
成形し熱硬化させたもの



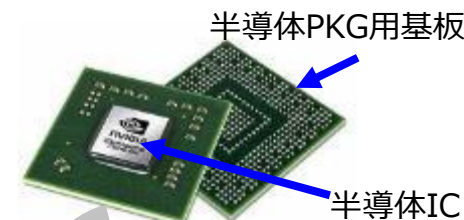
注)MCL用プリプレグを塗工布とも呼ぶ

【お客様での適用事例】

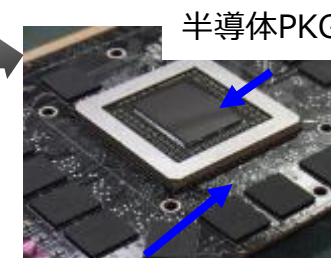
配線板メーカーでの回路形成
による半導体PKG基板製造



半導体メーカーによる
半導体PKGの組立



【最終製品搭載イメージ】



1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括

出所:2023.2.2JIEP公開研究会

Our World
in Data

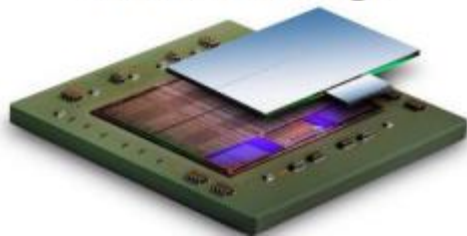
Transistor count



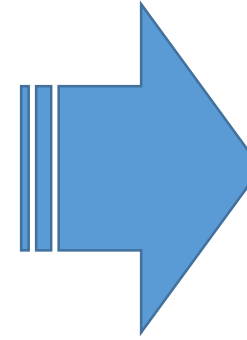
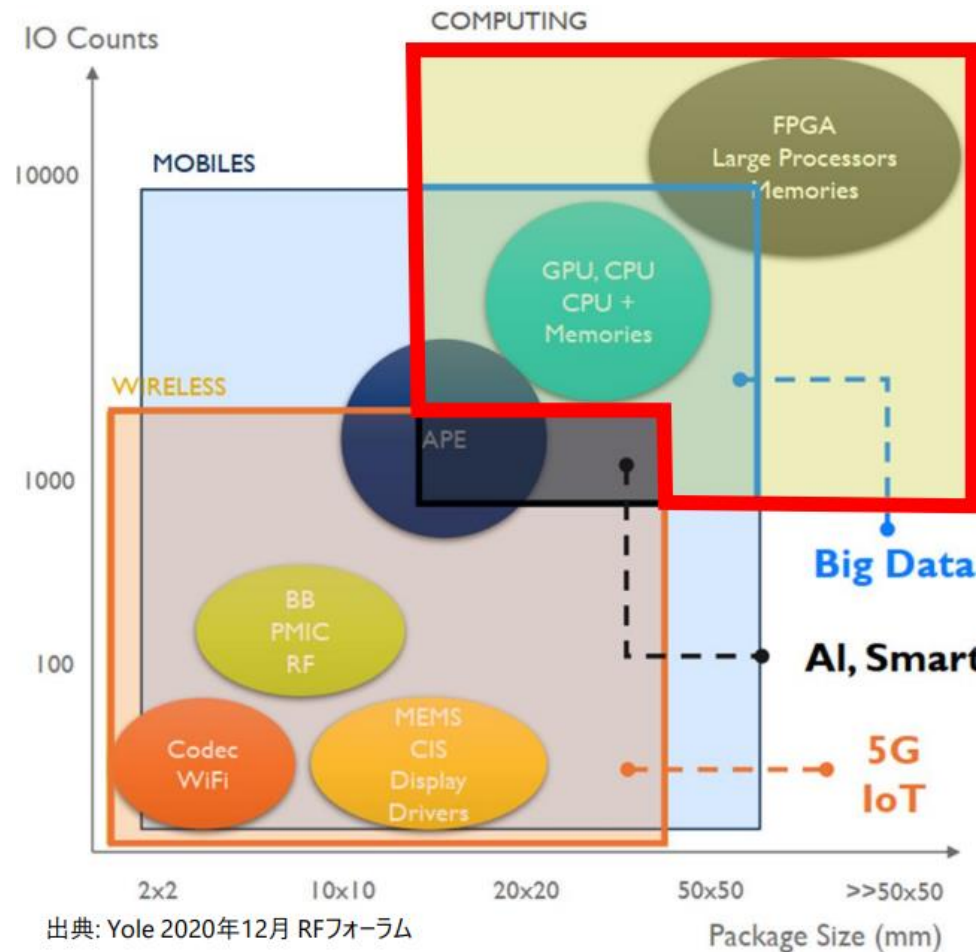
The diagram illustrates the evolution of semiconductor packaging through four stages, each represented by a blue rounded rectangle with a downward arrow pointing to the next stage. To the right of each stage is a green square representing the physical chip or package, with a gray rectangle labeled 'CHIP' indicating the chip's size and quantity.

- 高周波数化** (High-frequency digitalization): The first stage, showing a single large chip.
- メニーコア (多数コア)** (Multi-core / Many cores): The second stage, showing a single large chip.
- ダイの大型化** (Die size increase): The third stage, showing a single large chip.
- チップレット** (Chiplet): The fourth stage, showing two smaller chips side-by-side.

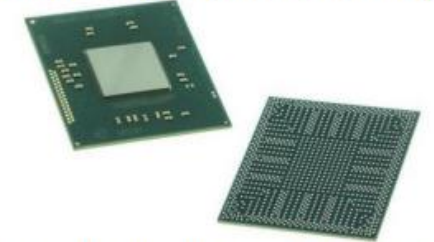
2.5D、3D Package



©Resonac Corporation All Rights Reserved.



FCBGA (Flipchip Ball Grid Array)



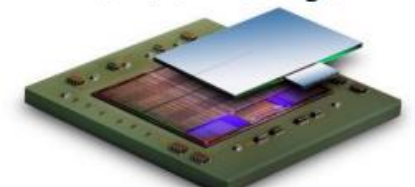
FCLGA (Flipchip Land Grid Array)



SiP (System In Package)

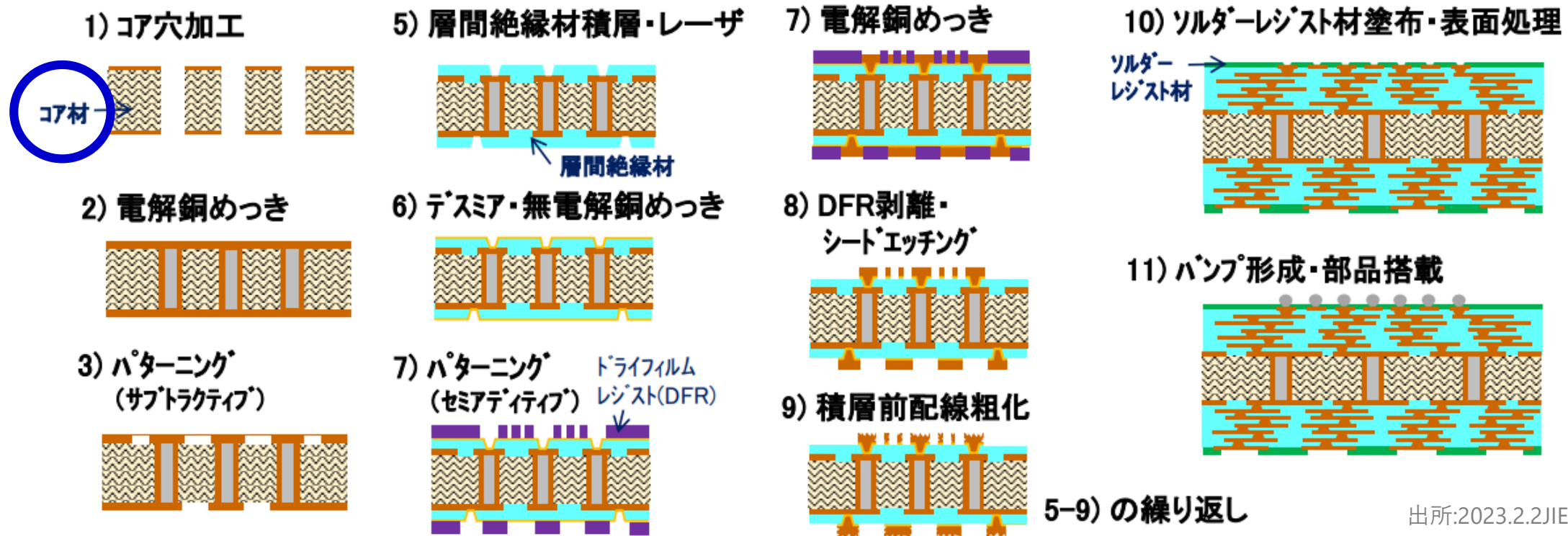


2.5D、3D Package



従来のPC用途から近年の情報通信の発展によりデータセンター等、データインフラ用途に向けた高機能化が加速。
More than Mooreとして実装技術が複雑・高度化。

ロジック半導体用サブストレートにおける銅張積層板の必要性

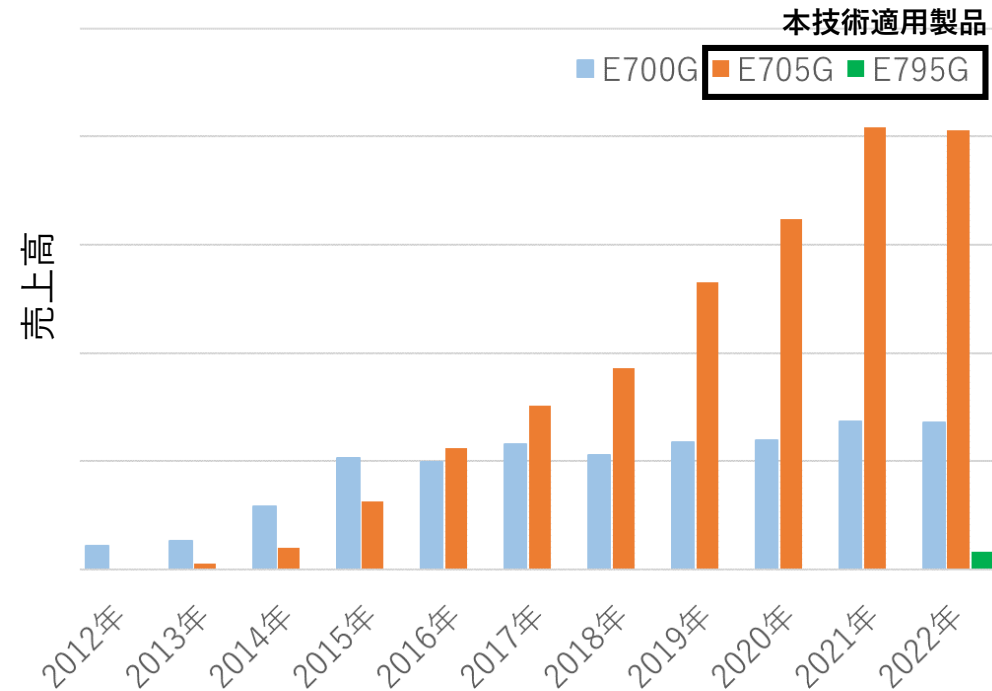


出所:2023.2.2JIEP公開研究会

ロジック半導体の高機能化に向けたChiplet実装により半導体用サブストレートの大型化が加速。入出力・電源端子の増加によるスルーホール数の増加が想定され、大型化するサブストレートのコア材として銅張積層板に求められる機能も高度化。

1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
- 3. 業績の概要**
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括

ロジック半導体用サブストレート向け製品売上推移



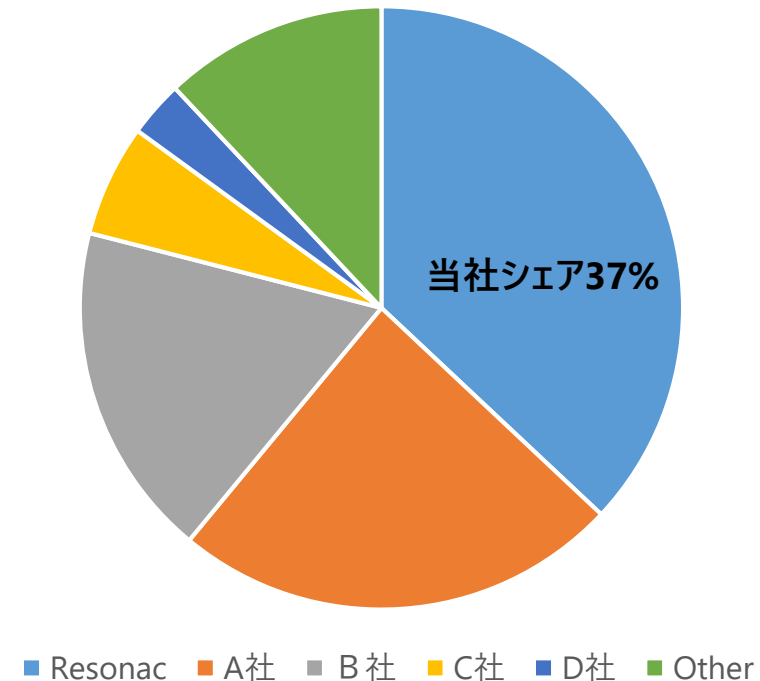
MCL-E-700G：従来技術適用製品

MCL-E-705G：当該技術適用製品

MCL-E-795G：当該技術適用次世代製品

出所:自社作成

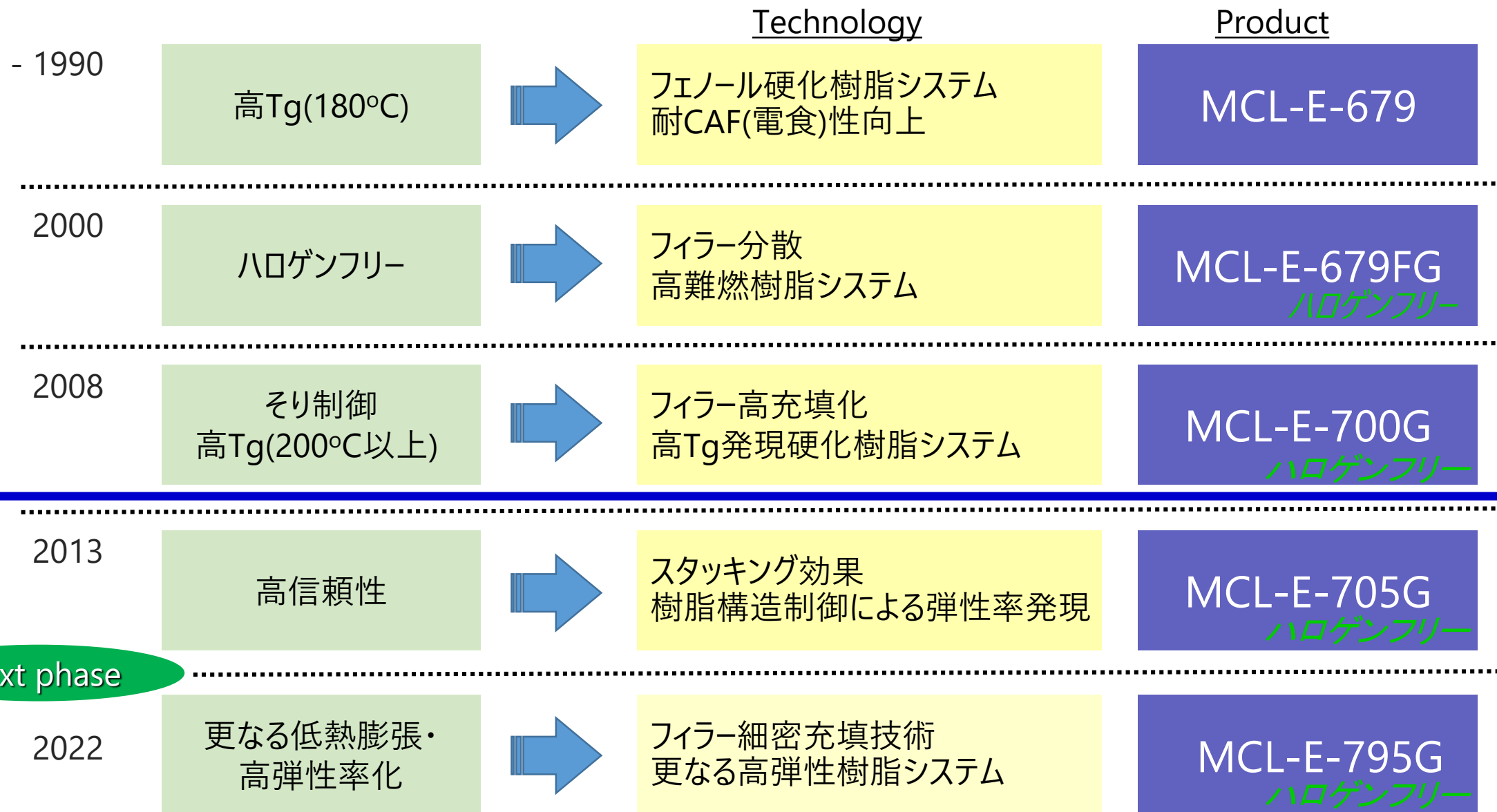
半導体関連銅張積層板における業界シェア(2021年)



出所:Prismark社調査より自社作成

当該技術開発当初業界シェア約15%から2021年37%のシェアまで伸長。
ロジック半導体用サブストレートにおいては約80%とデファクト化を達成。

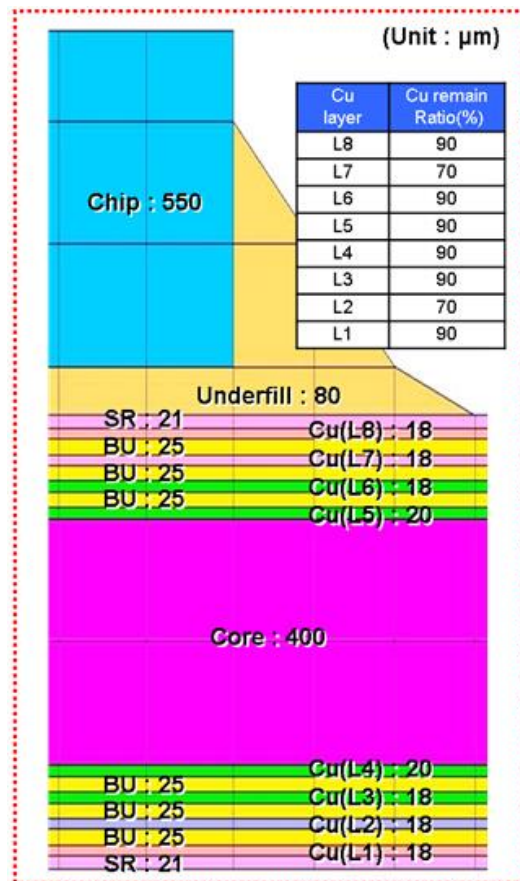
1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
- 4. 技術開発の経緯**
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括



1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括

大型サブストレートにおけるそり制御に必要な特性とは何か？

シミュレーションによる基板特性（熱膨張、弾性率）の方向性検証

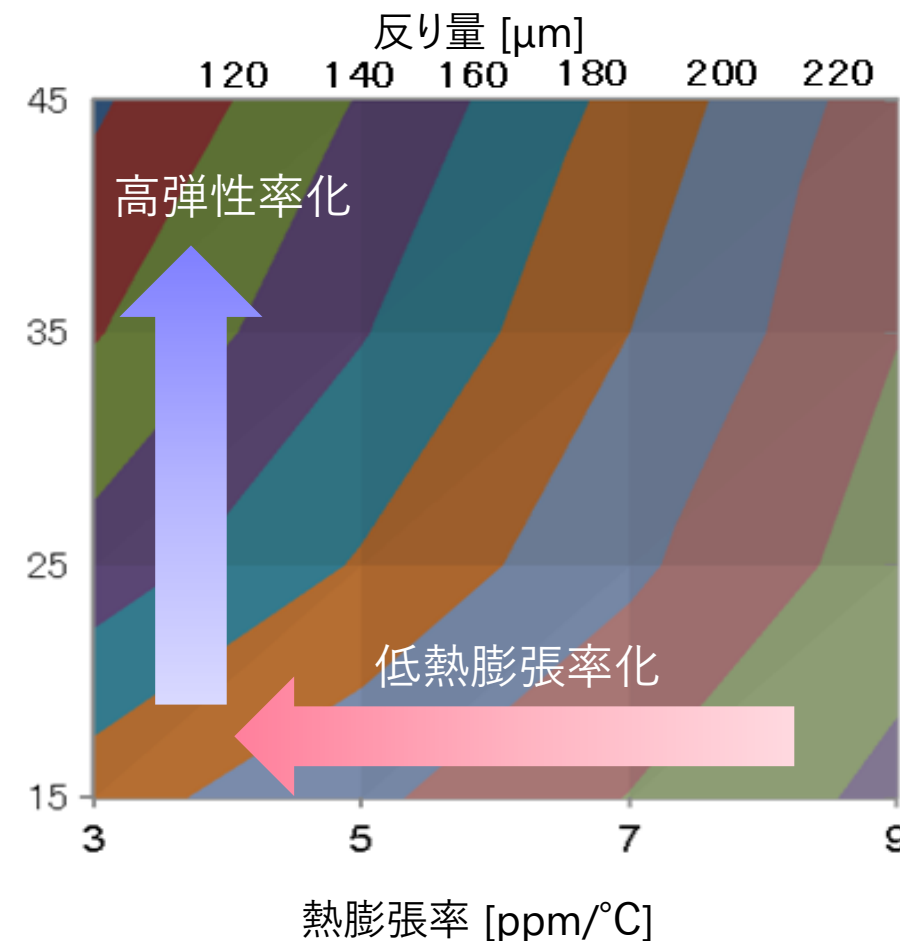
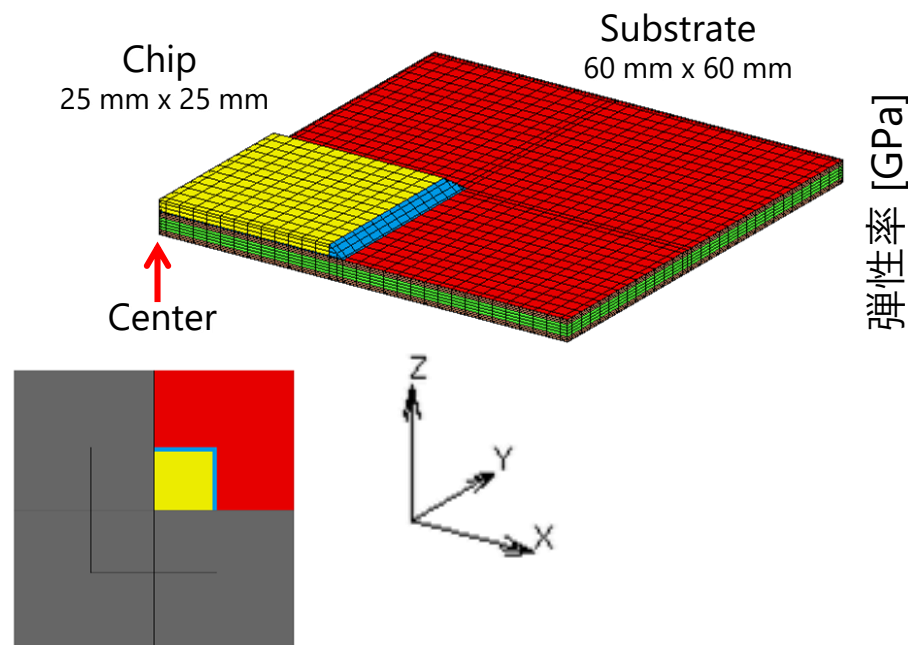


Model: FC-BGA 1/4

Method: 3D elastic-plastic analysis

Stress Free Temp. : 140 °C (UF cure temp.)

Items : PKG warpage @ 25 °C and 260 °C



そり制御のためには基材の低熱膨張化・高弾性率化が有効

出所：自社作成

■樹脂構造最適化による低熱膨張化の実現

課題：①結晶性が高く、溶剤への溶解性が悪い
②他成分との相溶性が低い

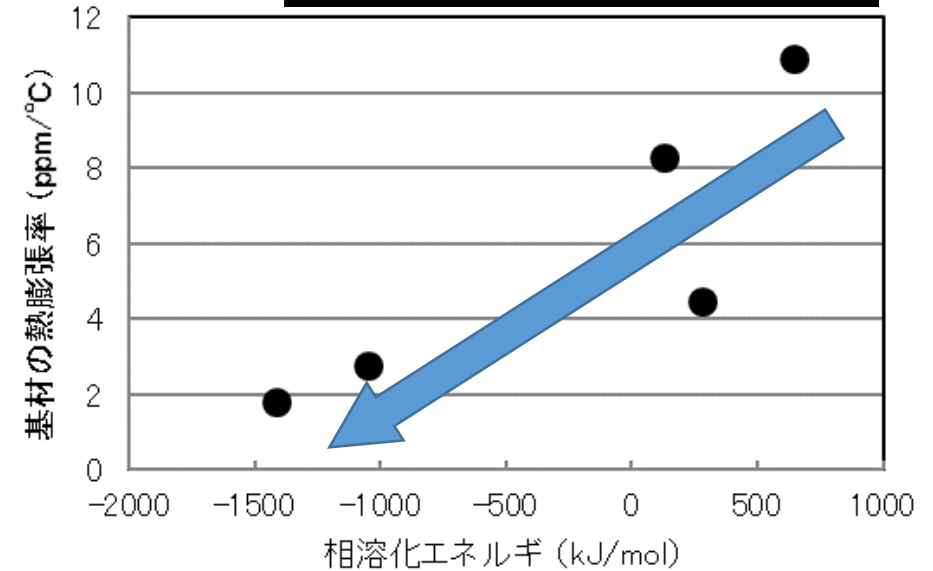
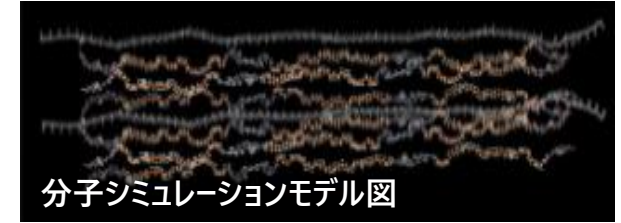
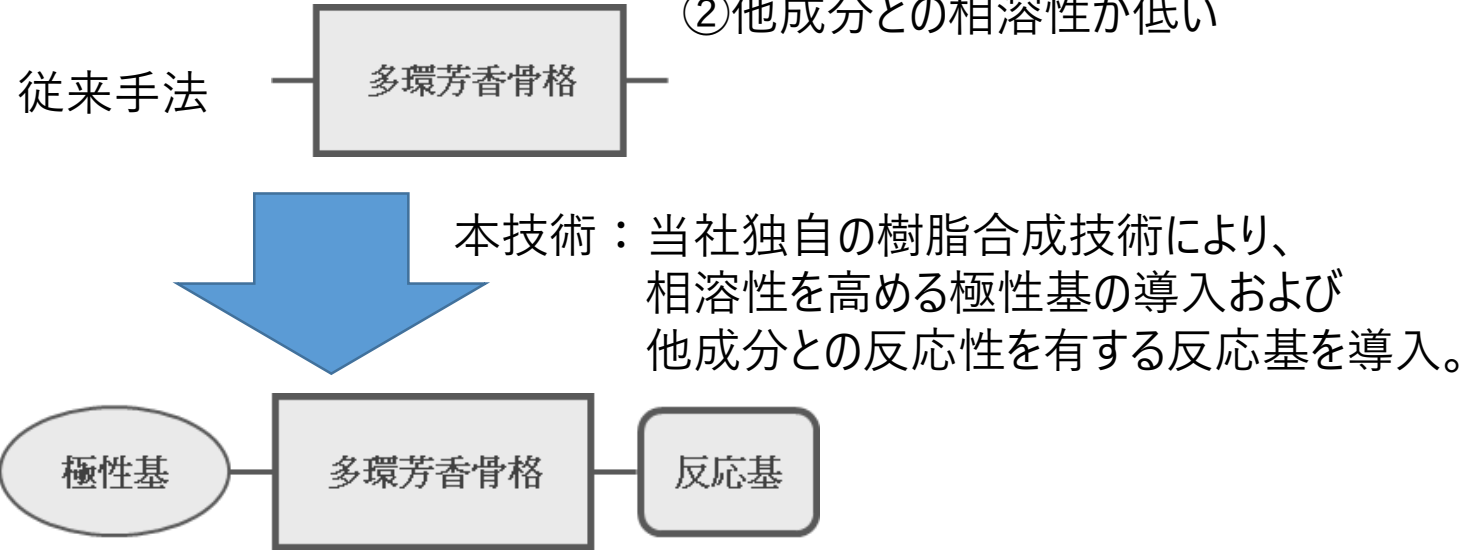


図 分子シミュレーションで導出した相溶化エネルギーと熱膨張の関係
出所：自社作成

当社独自の樹脂合成技術による変性技術の導入により、多環芳香骨格の配向性を有効に発現できる樹脂技術を確立。従来では発現できないレベルの低熱膨張特性を実現。

■海島構造制御による高弾性・低弾性ドメインと両立を実現

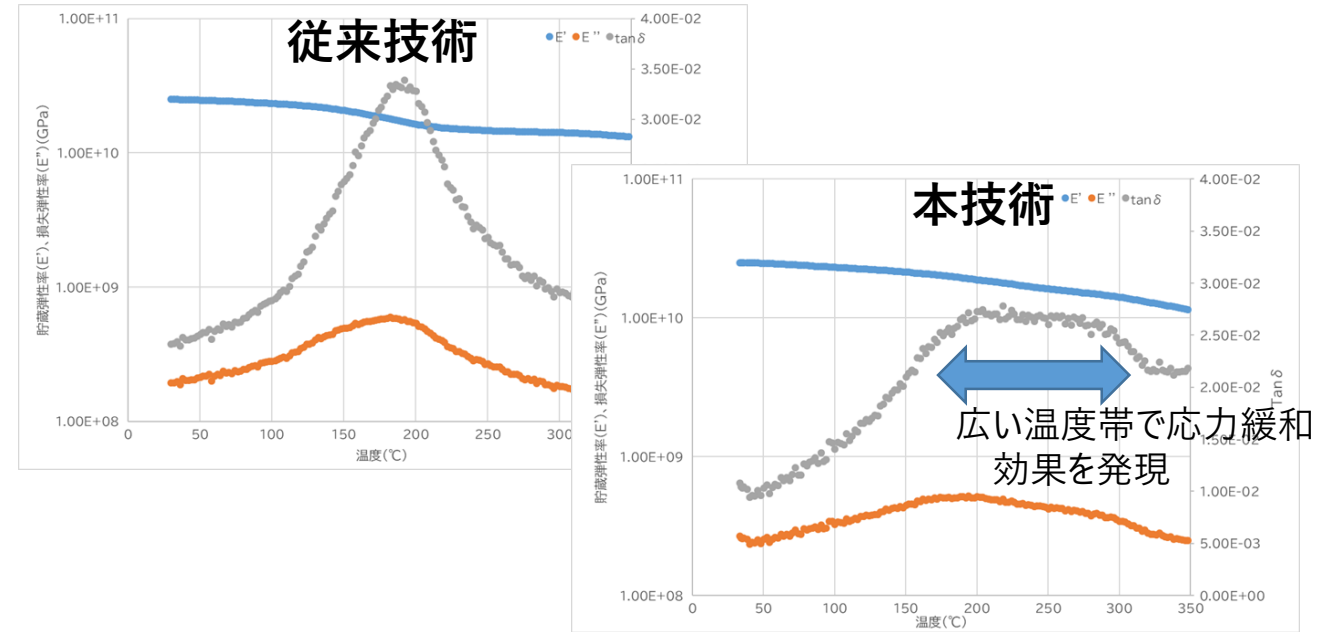
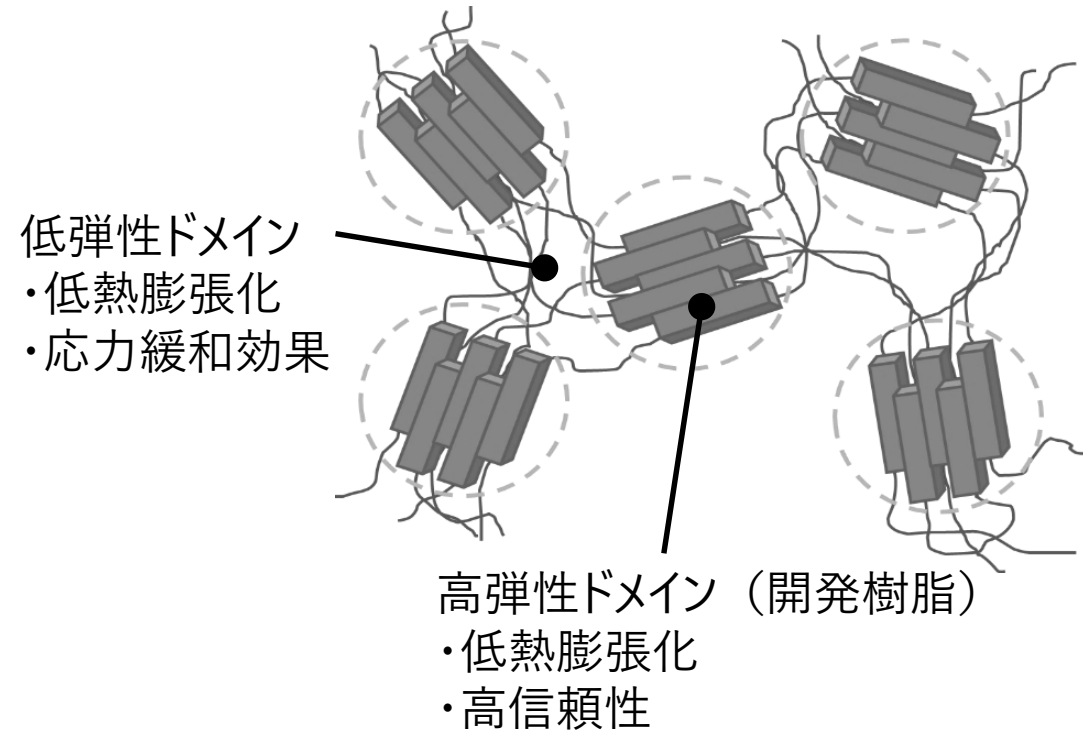
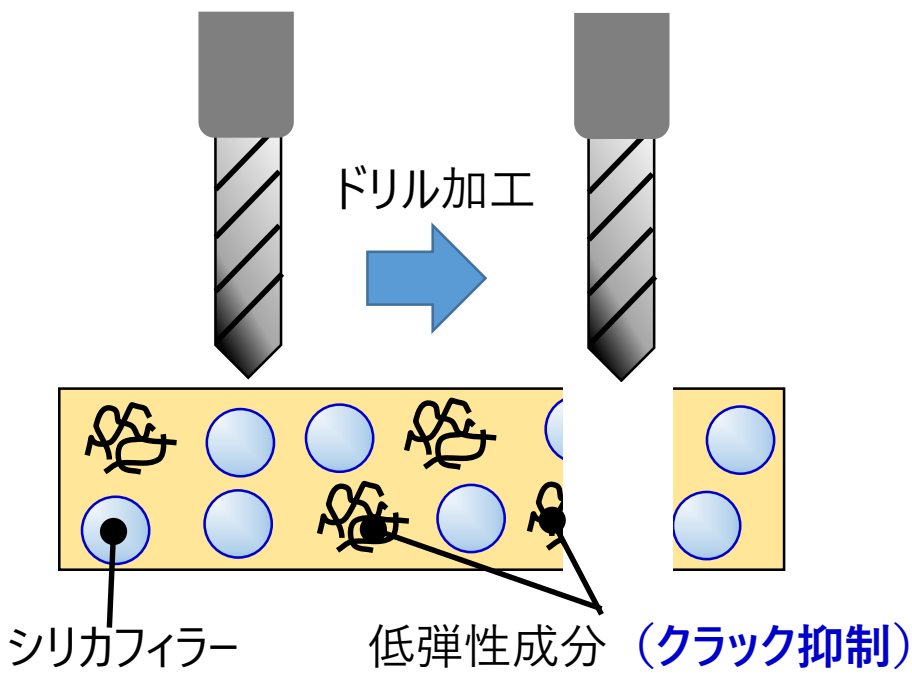


図 動的粘弾性測定挙動での応力緩和効果の比較

出所：自社作成

開発樹脂である多環芳香族構造がスタッキングした高弾性ドメインと低熱膨張化を最大限発現するための低弾性ドメインとのプレポリマーを自社内にて合成、分子量・反応率制御によりミクロ層分離構造形成を実現。

■応力緩和技術による機械（ドリル）加工性の向上



- 【ドリル加工条件】
- ・非切削試料：銅張積層板800μm品、3枚重ね
 - ・ドリル加工治具：φ150μmドリルビット
 - ・装置条件：回転数20万回転/分、評価ドリル寿命：2万穴

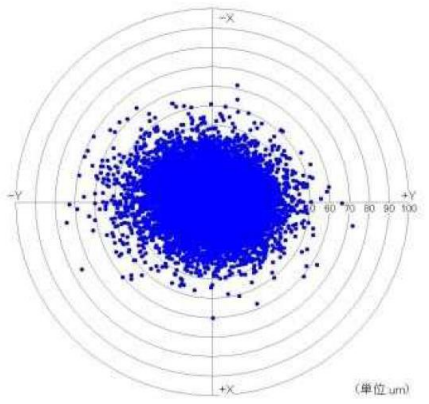
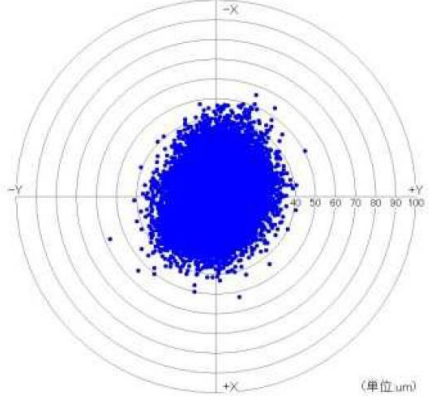
本技術未適用	本技術	
	低弾性成分あり 配合Index： 1	低弾性成分あり 配合Index： 3
ドリル折損発生		
	(単位 μm)	(単位 μm)

図 ドリル加工時の穴位置精度評価結果

出所：自社作成

当該技術適用によりドリル加工時のドリルビット折損を抑制し、最適化を実施し、良好なドリル加工性を実現。

■本関連技術の適用による製品化：低熱膨張・高弾性率の達成と優れた機械加工性を両立

他社材比較	単位	レゾナック MCL-E-705G	A社	C社	
熱膨張率	ppm/°C	3	3	9	4
弾性率	GPa	34	34	29	30
ガラス転移温度	°C	300	300	260	260
ドリル加工性 (PWBメーカー情報)	-	◎	×	○	△
半導体PKGの反り (顧客比較情報)	-	○	○	×	○

当社材比較	単位	E-700G	E-705G	E-795G
熱膨張率	ppm/°C	9	3	1
弾性率	GPa	31	34	38
ガラス転移温度	°C	300	300	330

低熱膨張、高弾性化のための樹脂技術および顧客プロセスにおける良好なドリル加工性を実現することによりロジック半導体用サブストレート向け銅張積層板でのデファクト化を実現

1. 技術の適用対象
2. ロジック半導体の概況
3. 業績の概要
4. 技術開発の経緯
5. 適用技術およびその特徴
 - 低熱膨張化樹脂技術
 - 高弾性化樹脂設計
 - 機械加工性の向上
6. 総括

ロジック半導体用サブストレートに向けた低熱膨張銅張積層板の開発を行い、量産化を実現。その過程より得られた技術的成果を以下に示す。

1. 自社独自の合成・変性技術により、多環芳香族骨格の課題を解決し、低熱膨張化を実現。
2. 開発樹脂のミクロ層分離構造を実現し、低熱膨張化・高弾性化を達成。
3. これら技術により製品として、高弾性・低熱膨張を実現し、さらにはユーザーでのプロセス性に寄与する良好な機械（ドリル）加工性を付与。

これら技術により開発した製品（MCL-E-705G、次世代MCL-E-795G）はロジック半導体用有機サブストレートに採用され、近年のデータセンター等の高機能ロジック半導体の伸長に貢献。当社としての売上規模拡大、業界における高いシェアを獲得するに至った。

今後、ますます発展・高機能化が予測されるロジック半導体、更にはデジタル社会発展に向けた素材からの提案によりプリント配線板市場のみならず、デジタル・半導体分野における市場拡大、技術の向上へ貢献が可能と考える。

以上

RESONAC

ご清聴ありがとうございました