

# 耐熱導電ポリマーアロイの開発 - 半導体包装用途を中心に -

住友化学工業(株) 石油化学品研究所

藤井 文志

石川 学

## Development of the Heat-resistant and Electrical-conductive Polymer Alloy

Sumitomo Chemical Co., Ltd.

Petrochemicals Research Laboratory

Takeshi FUJII

Manabu ISHIKAWA

The features of the heat-resistant and electrical-conductive polymer alloy ASTEM™ are described. ASTEM™ has high heat-resistance and good processability ascribed to polyphenylene ether (PPE) polymer alloy and shows the excellent electrical-conductive feature.

Among the various kinds of impact modifiers investigated, we found that the styrene grafted EPDM showed excellent performances both with the impact strength and the heat resistance. Eventually the superior grade of ASTEM™ having the good heat resistance and remarkably high toughness has been developed for the IC tray use.

### はじめに

近年、半導体集積回路(IC)は数多くの電気製品に使用され、その用途もますます広範囲に及び使用量も増え続けている。

そのため、一般にICと呼ばれているICパッケージ(第1図)を大量に輸送する必要があり包装材の役割も重要になっている。

耐熱導電ポリマーアロイの用途としては、大量生産されるICの乾燥と輸送に使用される耐熱ICトレイ向けの用途が多い。

ICトレイ用材料では、導電性付与のために一般にカーボンブラックやカーボンファイバーを練り込むと耐衝撃性が低下する。特に、耐熱ICトレイは輸送時に破損しやすく耐久性が低いことが指摘されていた。

半導体製造メーカーでは、トレイの耐久性向上により、輸送時のトレイ破損により発生するコストを削減できる他、トレイを回収して再使用(リユース)できるメリットがあることから、高衝撃グレード製耐熱ICトレイへの切替が進んでいる。

### IC包装材について

IC包装材は、ICを製造工場から電気回路基板組立工場まで輸送するために用いられる。

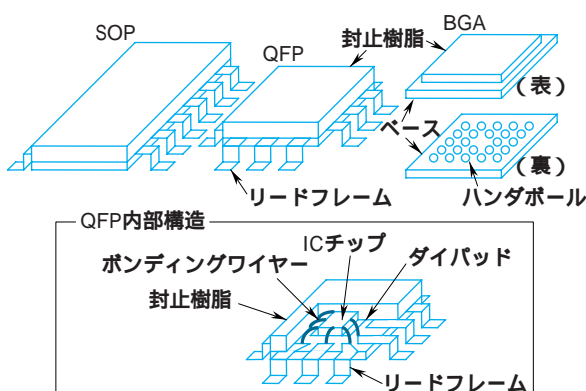
ICの輸送や取り扱いの際には、ESD(Electro-Static Discharge)<sup>1)</sup>とよばれる静電気によるICチップ内の集積回路の破壊と、リードフレームが曲がるリード変形の2種類の不良現象が発生する可能性がある。

このICの不良は、電気回路基板や電気製品に組み込まれた後で不良が発見されるため、IC一個の不良が製品の不良につながるなど問題が大きい。

ICの外観にまったく変化のないESD、外観にわずかな変化しかないリード変形が生産ラインに与える影響は大きく、IC包装材には輸送時にこれら不良現象の発生を防止する機能も求められている。

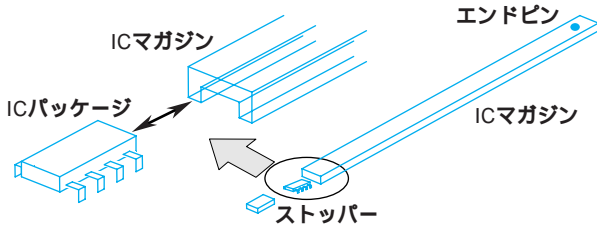
第1図

ICパッケージの構造と種類

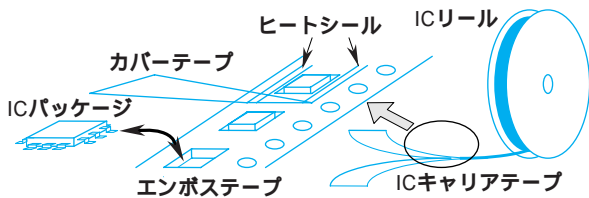


第2図 ICパッケージ運搬容器

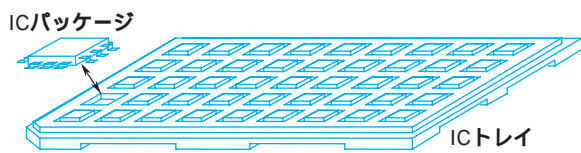
ICマガジンによるICパッケージの収納



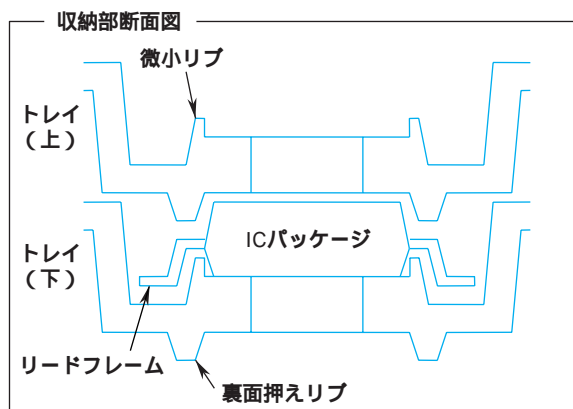
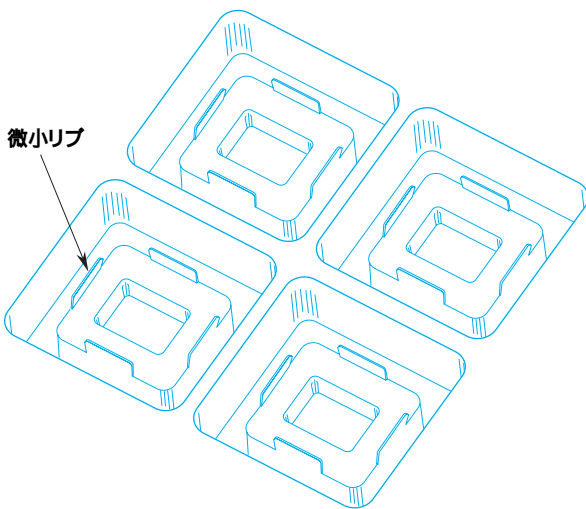
ICキャリアテープによるICパッケージの収納



ICトレイによるICパッケージの収納



第3図 ICパッケージ収納部の構造



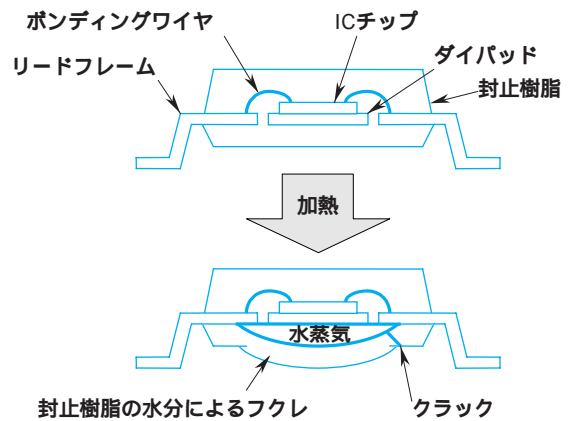
代表的なIC包装材料である運搬容器を第2図に示す。ICマガジン、ICキャリアテープは、主にESDやリード変形が起り難いタイプのICに使われている。近年、ICキャリアテープは小型のQuad Flat Package(QFP)やBall Grid Array(BGA)での使用量が急増している。

ICトレイは第3図に示す様に、リードフレームの収納部への接触が起り難く、ESDとリード変形が発生し難い特性がある。この特性により、高集積度でESDが発生しやすいICや、リード変形を起こしやすい極細リードフレームのICに使われている。特に生産量の多いQFPとBGAの高集積度タイプに使われている。

この他にICの不良としては、表面実装での封止樹脂のクラックがある。

ICの電気回路への接続は、電気回路基板上に接続するICなどの部品を載せた状態で溶融ハンダを濡らせ、電気回路基板の端子と各部品とを一度にハンダ付けする表面実装が大量生産の主流になっている。しかし、表面実装では溶融ハンダ浴中でICが加熱され高温となるため、封止材の水分がICチップやダイパッドとの間で気化膨張し第4図の様なクラックを生じることがある<sup>2)</sup>。このクラックから水分などが侵入することにより、ICが腐食するなどして正常に動作しなくなることがある。

第4図 封止材の加熱クラック<sup>2)</sup>



表面実装時のクラック防止のためには、予めベーク処理と呼ばれる乾燥工程でICを加熱乾燥し封止樹脂の水分量を低下させておく必要がある。

従来の乾燥工程では専用治具を用いてICを乾燥していたため、治具の数量により処理能力が制限されていたが、乾燥工程でも使用できる耐熱ICトレイは、出荷量に応じた乾燥処理を行うことができ大量生産に適している。

このため、耐熱ICトレイは、大量生産される表面実装用ICの運搬容器として大量に使われIC包装材料の主流となっている。

今回、この耐熱ICトレイ用材料として開発を行ったポリマーアロイ材料(アステム®)について述べる。

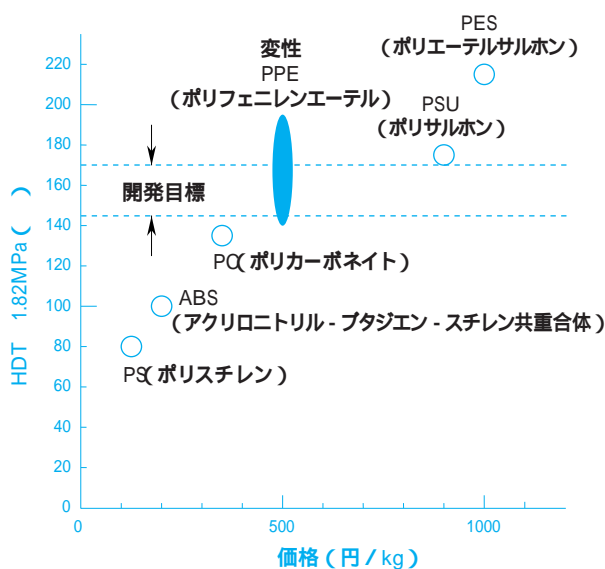
### 耐熱ICトレイに求められる特性

- ① 導電性：静電気によるICの破壊を防ぐための導電性があること。要求特性により以下の2種が使い分けられる。
  - (A) 表面固有抵抗が $10^{11} \sim 10^5$  /sqの帯電防止領域
  - (B) 表面固有抵抗が $10^5$  /sq以下の導電領域
- ② 寸法安定性：ICを微妙なトレイの形状によって保持するため、熱や経時によりトレイの寸法や反りが変化しない。
- ③ 耐熱性：ICを乾燥する温度(125、135、150、180)で寸法変化がないこと。
- ④ 耐衝撃性：トレイを落下したとき破損しないこと。

### 耐熱導電ポリマーアロイ(アステム®)の開発

ベース樹脂は、高度な寸法安定性と耐熱性が求められることから、非晶性で耐熱性が高くさらに経済性も加味して検討し、第5図に示すポリフェニレンエーテル(PPE)を選択した。

第5図 非晶性樹脂の耐熱性と価格

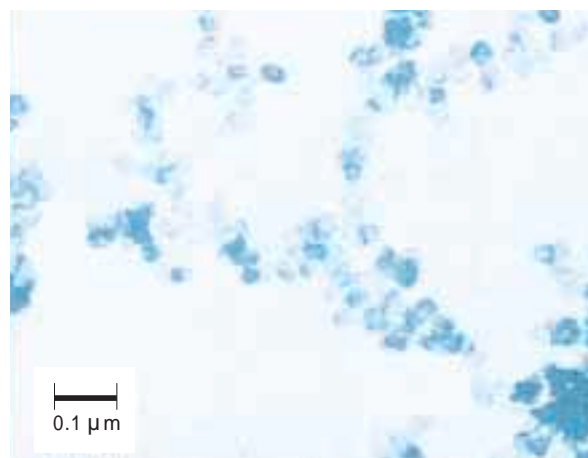


#### ① 導電性

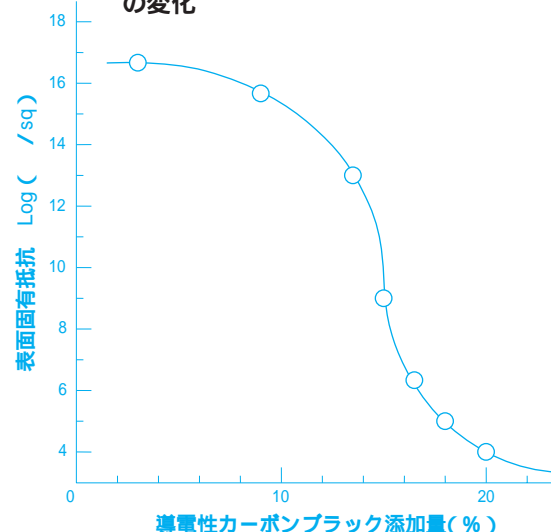
導電性を付与するには、導電性カーボンブラック(CB)を樹脂中に分散することによって得られる。

CBは一般に第6図の様なストラクチャーを持つ、このストラクチャーを樹脂中に形成することで第7図の様に導電性を付与することができる。ただし、CBを多く添加し過ぎると導電性は安定するが、ストラク

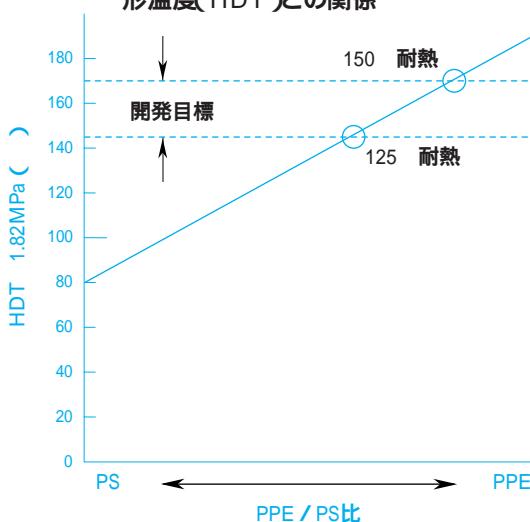
第6図 導電性カーボンブラックのストラクチャー



第7図 導電性カーボンブラック添加による導電性の変化



第8図 PPE / PS系ポリマーアロイの組成と熱変形温度(HDT)との関係



チャーによる構造粘性で射出成形時の流動性が低下したり、樹脂にとって異物が増加するため衝撃強度が低下する。

## ② 耐熱性と寸法安定性

一般にPPEはPSの添加により、第8図に示す様に任意に耐熱性を制御できる。

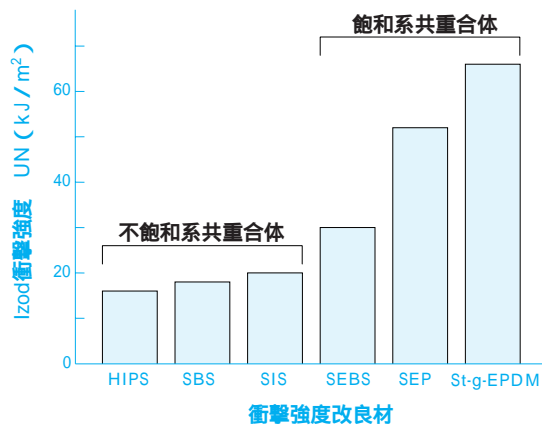
我々は、実用試験結果から、使用温度に対して約20%高い耐熱性を付与することで、乾燥工程での繰り返し使用で高い寸法安定性を示すことを見出した。さらに、アスペクト比の高い無機フィラーを添加することで、耐熱性や寸法安定性を向上させることができた。

## ③ 耐衝撃性

前述の様に、一般にポリマーアロイ材料にCBや無機フィラーの添加により、樹脂の耐衝撃性が低下する。そこで、耐衝撃性を改良するため、種々の衝撃強度改良材について検討した。

衝撃強度改良材には、乾燥工程での繰り返し使用に耐える耐熱性だけでなく、混練や射出成形時の300°Cを越す加工温度に耐える耐熱性が要求される。耐熱性に優れた衝撃強度改良材については、第9図に示す様な各種共重合体を検討し、スチレングラフトEPDM (St-g-EPDM) が、衝撃強度の改良効果が高いことを見出した。

第9図 各種衝撃強度改良材とアイゾット衝撃強度



HIPS: 耐衝撃性ポリスチレン

SBS: スチレン - ブタジエン - スチレン共重合体

SIS: スチレン - イソプレン - スチレン共重合体

SEBS: 水添スチレン - ブタジエン - スチレン共重合体

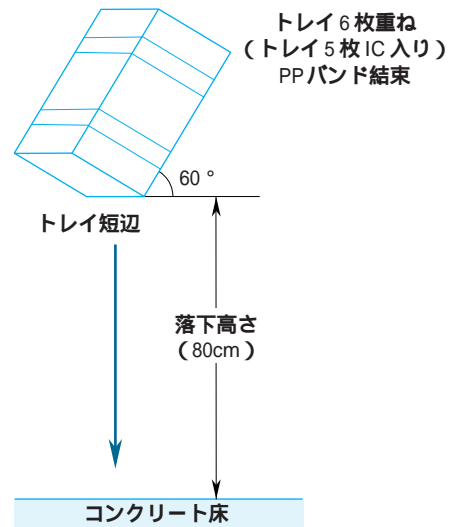
SEP: 水添スチレン - イソプレン共重合体ゴム

St-g-EPDM: スチレン - グラフト - エチレン - プロピレン - ジエン共重合体

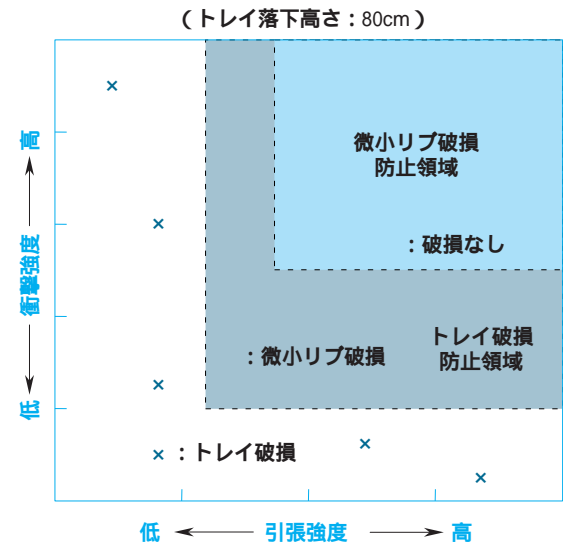
当初、材料開発は、導電性、耐熱性、寸法安定性、等を主要物性として、これに実用レベルの耐衝撃性のあるグレードを開発したが、さらに輸送時のトレイおよび微小リブの耐久性向上のニーズが強く、耐衝撃性に重点を置いた高衝撃グレードの開発に着手した。

第10図に示すトレイ落下テストを行った結果、破

第10図 トレイ落下テスト



第11図 トレイ落下テストと材料物性



損防止には第11図に示す様に衝撃強度だけでなく引張り強度も関連していることがわかった。また、剛性の低下により落下時のトレイのたわみが大きくなり、重ねたトレイの間が大きく開きICパッケージが収納部から飛出すことがわかった。そこで、衝撃強度改良材として、前述の様に効果の大きいSt-g-EPDMを種々検討した結果、EPDM含有量の多いSt-g-EPDMが衝撃強度と引張り強度や剛性のバランスが良く、寸法安定性に優れ、無機フィラー添加量を減らすことができるため、耐衝撃性を効果的に改良できることがわかった。

このSt-g-EPDMの製造と材料処方最適化、流動性改良剤の添加などにより、実用性と高い耐久性を合わせ持つ耐熱ICトレイを得ることができる高衝撃グレードを開発するに至った。

## おわりに

導電性と耐衝撃性という相反する性質を、耐熱性に優れた衝撃強度改良材と材料特性の最適化により両立させることで、耐熱導電ポリマーアロイ(アステム®)に高衝撃グレードと言う新たな特徴のあるグレードをラインアップした。

また、開発過程においては、設計や成形の際に流動解析や変形解析などCAEの力を有効に活用し、効率の良い開発を行うことができた。

新グレードの開発においては、ICトレイの形での実用性能評価が重要であり、成形メーカーおよび半

導体製造メーカーの協力により実用化にこぎつけることができた。

今後も本材料開発で培った技術と開発体制を活かし、新たなユーザーニーズに則した特徴あるグレードの開発に取り組みたい。

## 引用文献

- 1)村崎 憲雄 監修, 二澤 正行 著: 静電気対策マニュアル, オーム社(1989)
- 2)北村 和平, 村上 元: 工業技術, 第37巻, 第14号 23(1989)

## PROFILE



藤井 丈志  
*Takeshi FUJII*

住友化学工業株式会社  
石油化学品研究所  
グループマネージャー  
主席研究員



石川 学  
*Manabu ISHIKAWA*

住友化学工業株式会社  
石油化学品研究所  
主任研究員