



小型化/多端子化に対応する 表面実装タイプの進化と現状

最新 半導体パッケージの基礎知識

中島 宏文
Hirohumi Nakajima

半導体パッケージについては、入門書から専門書まで、さまざまなレベルの書籍が数多く発行されています。パッケージの基礎知識について限られた紙面内で満遍なく紹介することは困難なことです。ここでは電子機器設計者や実装関係者にとって必要と思われることがらについて解説します。

半導体パッケージの役割

電子機器のカバーをあけるとたいてい緑、黒、銀の3色が目に飛び込んできます。緑色はプリント基板のレジストの色で、機器によってはハロゲン・フリー・レジストによる青色の場合もあります。黒色は樹脂封止された電子部品の色、銀色はコンデンサや金属製パッケージの色です。

半導体パッケージは大部分が封入樹脂の黒色であり、電子回路機能として主役ではありませんが控えめな体裁に徹してきました。

半導体パッケージを封入している樹脂のオリジナルの色は乳白色なので、技術的にはさまざまな着色が可能です。カーボンを混ぜることによって黒色に着色してあります。

黒色が選択された理由は、カーボンの導電性によって樹脂の帯電を抑えて静電破壊を防ぐためと、長時間

高温で保管すると乳白色の樹脂は焼けて茶色に変色してきますが、黒ならば変色が見えないという実用的な理由によります。

半導体パッケージの主な機能を図1に示します。

● 外部環境から半導体チップを守る

振動や衝撃はもちろん、空気中の水分やほこりなどの影響は、半導体デバイスの不良を引き起こす直接的な要因となります。また、光や磁気の影響で誤動作を起こすこともあります。

こうしたトラブルを防止するのが、パッケージの機能の一つです。つまりパッケージは、シリコン・チップを外界の影響から遮断し、保護する役割を果たしています。

● 基板と電気的に接続する

シリコン・チップを外部の環境から保護するといっても、まんじゅうの「あん」のように、単純にパッケージ材料でくるんでしまえば、半導体デバイスと外部との信号のやりとりができません。

そこで、リード・フレーム(BGAの場合ははんだボール)によって金属の足を付けることで、半導体デバイスに電源や外部からの信号を伝え、処理の結果を信号として取り出すことを可能にしています。

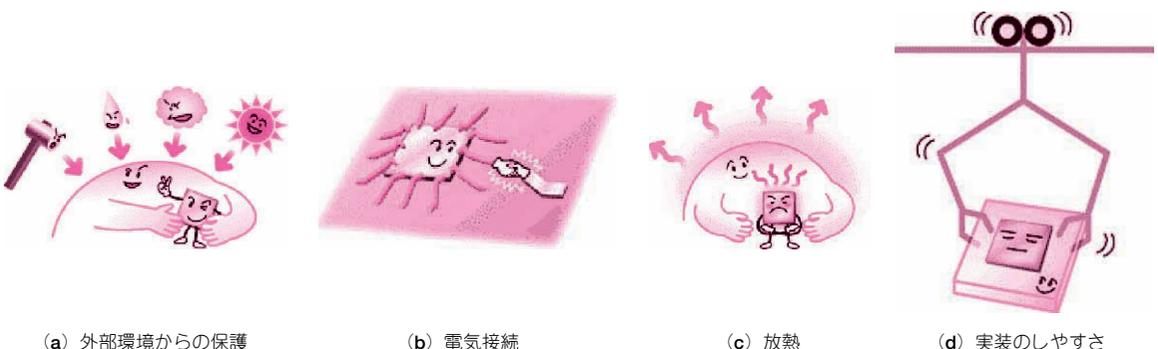


図1 半導体パッケージの役割

● 半導体チップからの発熱を放熱する

シリコン・チップが駆動すると熱を生じます。この熱でチップそのものの温度が高くなってしまうと、誤動作の原因になりますが、パッケージの熱容量と放熱機能によって、チップ温度を動作保証温度以下に保持し、実使用状態に耐えることができます。

また、パソコンに搭載されているCPUのように、発熱量が特に大きな半導体デバイスでは、ヒートシンクやファン・クーラなどのしくみを使って放熱を促す場合もあります。

● 実装しやすい形状を提供する

半導体デバイスはプリント基板に接続(実装)されることで、その機能を発揮することになりますが、シリコン・チップ上に作り込まれた回路は非常に微細であり、そのままの大きさでは容易に取り扱うことができません。

そこで、パッケージを介して、チップ上の端子の大きさや間隔をプリント基板に接続できるような大きさまで拡大しています。

● 複数チップを単一パッケージに搭載してシステムを構成する

さらに、半導体の加工技術が微細になるのに伴って、従来単一の回路機能を半導体チップに収納していた単機能集積回路のレベルから、複数の機能システムの集積にまで拡大してシステム・オン・チップ(System on Chip ; SoC)のレベルに達しました。

ここで、複数の回路機能を集積化する際に、それぞれの拡散プロセスが異なることによってコストが飛躍的に高くなる場合があります。例えば、CMOSロジック回路とSRAMやフラッシュ・メモリを単一チ

ップに集積する場合、互いのプロセスに共通点があるために工程数が削減でき、集積が比較的容易です。

一方、CMOSとDRAM、またはバイポーラとの集積はプロセスがまったく異なるために工程数は2種類の工程の和となり、互いに余分な熱履歴工程を経るために悪影響を受け、期待した特性が得られずに歩留まりが悪化する場合があります。

そこで、チップは複数のまま単一のパッケージに収納して、外観上あたかも単一チップにシステムが集積されたごとく見えるシステム・イン・パッケージ(System in Package ; SiP)が登場しました。半導体チップを製造する拡散プロセスが互いに折り合いがつかないために、集積化するとコスト高になる複数チップの組み合わせを、パッケージ技術で補完しようという考えです。

これによって、従来、電子機器メーカーの領域であったシステム分野を半導体メーカーが取り込み、半導体の付加価値を拡大しようという動きが促進されました。図2にSiPとSoCの成長のようすを示します。

このように、複数チップを単一パッケージに搭載してシステムを構成するという機能が新たにパッケージに加わり、この新しい機能の開発に半導体各社はもてるリソースを注ぎ込んで熾烈な争いを繰り広げています。

実装方法によるパッケージの分類

半導体パッケージは半導体チップとプリント基板の仲介役です。その実装の方法は大きく、下記の3種類に分類されます。

①挿入実装型(プリント基板にパッケージのリードを挿入してフローはんだで実装する方法)

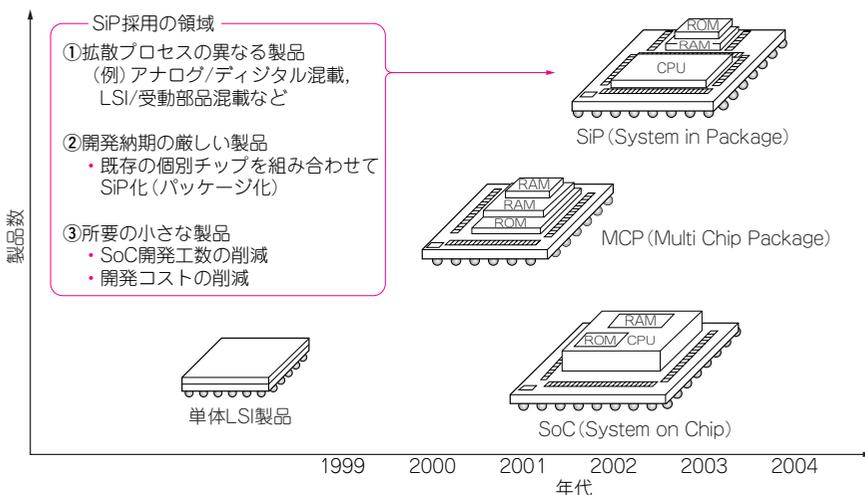


図2 SiPとSoCの出現と成長