

1 ICT機器の

実装とは

現在では、社会インフラから個人利用まで、情報システムは欠かせないものとなっています。これらのシステムでは無数の電子データが交錯しています。そのシステムは情報処理（ICT）装置で、図に示すように、大はスーパーコンピュータ、クラウドコンピュータ、AI用のコンピュータなどインフラ系のもの、小はコンシューマ系のパソコン、スマートフォン、家電の制御機器など、さらにIoT関連機器や制御を必要とする多くの装置類など多種多様なものに使われています。これらの電子系の機器は、必要な機能を持つように電子部品を接続して、機能モジュールとすることで装置を構成しています。それぞれの電子部品から装置までを形作るのを、ICT機器・装置の実装と言います。

電子部品には非常に多くのものがあります。集積回路、トランジスタ、ダイオードなどの能動部品、抵抗、コンデンサ、コイル、水晶振動子などの受動

部品、コネクタなどの機構部品、そして装置構成部品としてプリント配線板があります。

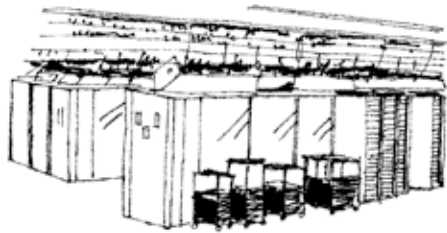
しかし、いかに高機能な部品、デバイスでも単体ではまったく機能しません。各種部品を接続し、入出力端子をつけ、電源供給を行うことが必要です。またこの部品類を搭載、接続するプリント配線板が必要で、実装して機能を持つことで回路実装基板、回路モジュールとなります。大きな装置はさらに各種の手段で接続します。このように順に積み上げ階層となりますので、これを実装階層と言います。

一方、ICT機器には高機能が要求され、小型、微細化、高速処理が必要です。複雑な集積回路はプリント配線板に直接搭載することが難しく、半導体チップはパッケージ基板を介して複合化が進んでいます。このパッケージ基板もプリント配線板の範疇と考えられます。

以下にこれらの説明を行います。

必要機能を持つように
部品を接続し装置を形作る

インフラ系ICT機器



大規模クラウドコンピュータの一部



スーパーコンピュータ「京」



GS21 3600シリーズ サーバ
(富士通)



小規模スーパーコンピュータ
PRIMEHPC FX100
(富士通)



PRIMEHPC FX1000
(富士通)

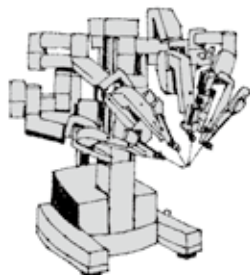
コンシューマ系ICT機器



制御系ICT機器を内蔵する 各種装置例



自動車の電子装置
HEV/EV車



遠隔手術装置



ロケット
「イブシロン」

要点 BOX

- 電子部品類をプリント配線板に搭載、接続することで回路実装基板、回路モジュールとなる
- 小型・微細化・高速処理で実装も複雑化

プリント配線板への 部品実装

リード挿入実装方式と
表面実装方式

プリント配線板に各種の設計仕様に基づいて電子部品を配置し、はんだ等で相互に接続することを部品の実装と言います。この電子部品を接続する方法としては、大きく2つの方法があります。リード挿入実装方式と表面実装方式です。

●リード挿入実装方式

この方式は図1に示すように、部品の引き出し部がリード線になっており、これをプリント配線板のスルーホールという穴に挿入して、はんだ付けをする方式です。この方法では配線板を貫通する穴が必要であり、配線や部品を実装する領域が制限されます。ただし、高密度実装を要求される基板には不向きです。ただし、電源端子のように実装強度が要求される機構部品などには、現在も採用されています。

●表面実装方式

小型部品を用いて高密度実装を実現するために考えられたのが表面実装方式です。図2、図3に示す

図1 リード挿入実装方式

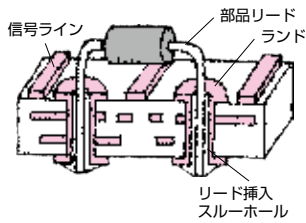


図2 表面実装方式(リード線)

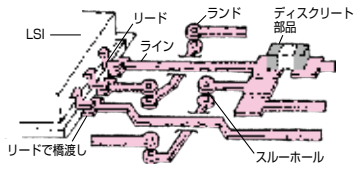


図3 表面実装方式(BGA)

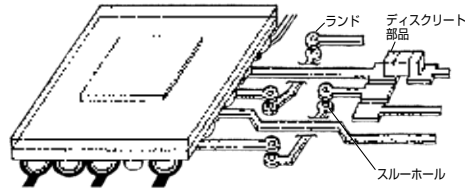
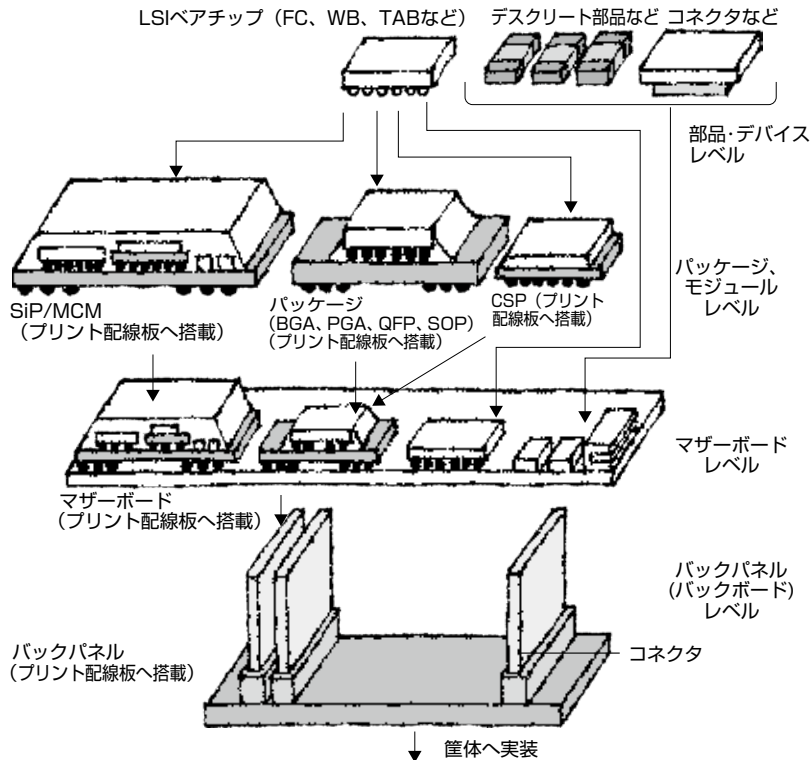


図4 実装の階層構造



ように、部品のリード線またはBGA端子などをプリント配線板のランドにはんだ付けをして接続します。この方式は高密度実装を実現できるため、主流の方式になっています。(実装機は59項図1参照)

電子機器の回路は、図4のように接続レベルが階層となって、しだいに回路規模が大きくなっていきます。これを階層構造と言います。はじめは、半導体チップを搭載したパッケージ基板やこれに抵抗やコンデンサなどのディスクリート部品などが搭載されたものがパッケージやモジュールのレベルです。次は、これらが複数搭載されるマザーボードレベルです。この段階で小型の電子機器としての機能を有します。モバイル機器など小型・薄型の製品は、このレベルのプリント回路基板を複数ケースに搭載しています。さらに拡張性のあるシステムや大きな装置とするためには、マザーボードをコネクタで接続したバックパネル・レベルとするものがあります。

要点BOX

- 電子部品を接続するにはリード挿入実装方式と主流の表面実装方式がある
- 機器の回路規模により実装レベルが異なる

3 実装階層とは

表1 実装階層のレベルと実装する電子部品

実装階層	レベル	実装するもの、形態
第1実装階層	素子パッケージレベル	トランジスタ、ダイオード、抵抗、コンデンサ等のディスクリート部品 半導体集積回路(IC)素子(パッケージに搭載したもの)
第2実装階層	モジュールレベル	2個以上のIC、および電子部品を配線板に取付け相互接続、または、抵抗、コンデンサ等を印刷方式で形成させて、ある単位の機能を作り上げたもの
第3実装階層	カードレベル	有機材を用いたプリント配線板に集積回路、モジュール、ディスクリート部品、コネクタ等を搭載し、より大きな回路機能を作り上げたもの。
第4実装階層	マザーボードレベル	プリント配線板にコネクタを取り付けたボードで相互接続し、大きな機能を実現。一部にIC等の部品を同時に搭載する場合もある。
第5実装階層	装置・システムレベル	ボードに組立てた電子回路ユニットと、その他の必要なユニット機器を搭載し、筐体に収納、装置内配線を行いユニット装置とする。

[参考：高木清：サーキットテクノロジー Vol.1, No.2, 64 (1986)]

図1 実装階層と半導体素子実装

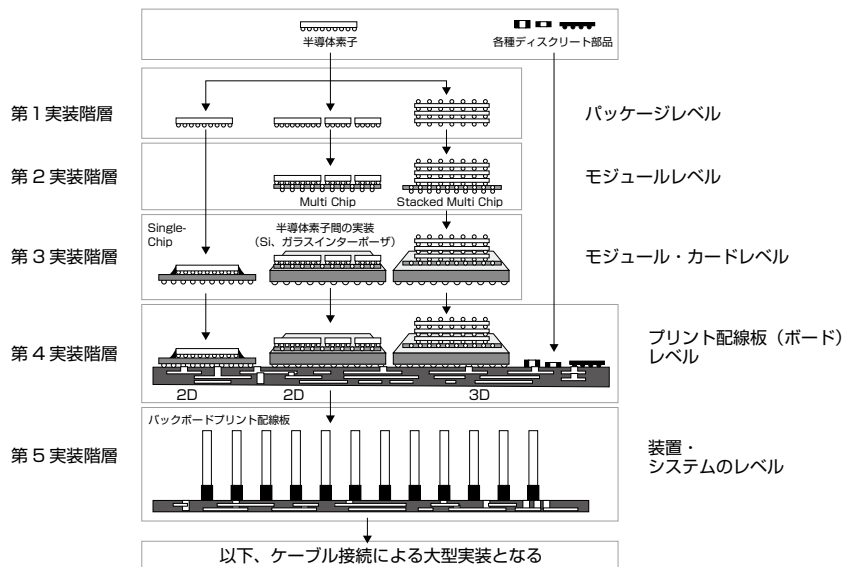
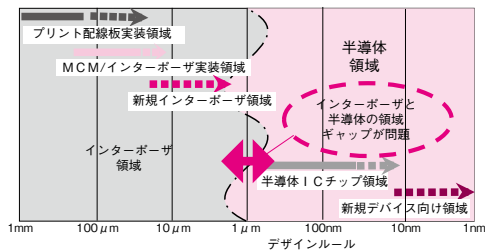


図2 高密度実装技術の狙うべき方向



現状の樹脂系配線板では線幅/間隔が数μm領域の微細化が困難なため、ICチップと樹脂系配線板間にシリコンインターポーザを入れる動きが出てきた。現在、それを多様な手法で代替しようとしている。

プリント配線板に部品搭載するには、それぞれ要求される寸法に差があるため、表1のごとく、素子領域、ICベアチップの多層配線領域、ICチップ上の2次端子の領域、そして、一般プリント配線板の配線領域で階層を設けます。これらのレベルに横断的に対応できるプロセスがないため、それぞれの用途別に階層を持たせています。これを図1のように実装階層と呼びます。

現状の樹脂系プリント配線板では、線幅/間隔が数μm以下の領域での微細化が困難なため、ICチップと樹脂系プリント配線板の接続の間にシリコンインターポーザを介して接続する動きが出てきています。基板プロセスにより、最適なデザインルールがあります。ベアチップ搭載、インターポーザ向け、MCM向け、およびパッケージ部品を搭載するプリント配線板向けなど、そのデザインルールに合わせて、それぞれの実装階層があります(図2)。

前記のように、実装階層ごとに最適な製造上のプロセスルールが存在します。これは、要求される線幅/間隔に応じたプロセス実施とこれに必要なコストが異なることで、このような実装階層が生まれてきたものです。半導体素子のさらなる微細化は、インターポーザ領域との間に、埋めるべきギャップを生むほかに、微細配線プロセスでの対応ではコストが掛かりすぎるため、両者に最適なプロセスの開発が求められており、微細化の要求と実現コストのバランスが重要となってきます。

- 1 新規デバイス向け領域：10 nm ~ 1 nm
- 2 半導体ICチップ領域：数μm ~ 10 nm
- 3 新規インターポーザ領域：30 μm ~ 数μm
- 4 MCM/インターポーザ実装領域：~ 30 μm
- 5 プリント配線板実装領域：~ 100 μm

要点BOX

- 用途に合わせて実装階層のレベルとデザインルール(線幅/間隔)が異なる
- インターポーザと半導体の領域ギャップが課題