

進化するモバイル電子機器用コネクタ

第一電子工業株式会社 子 安 修¹

Evolving Connectors for Mobile Electronic Devices

O. Koyasu

近年、スマートフォンやタブレット端末、AV機器など、多種多様なモバイル電子機器が世界中で爆発的な伸びを見せています。そして、これらの電子機器は、機能だけでなく、スリムでスマートなデザインであることが重要な要素となっており、それらの内部に使用される電子部品も、それを実現するために、機能だけでなく、小型・薄型で軽量であることが必須条件となっています。

当社は、長年にわたって、これらモバイル電子機器向けコネクタを製造・販売しておりますが、絶え間なく、急速に進歩する電子機器技術を取捨するコネクタの研究開発がますます重要になっております。

本稿では、モバイル電子機器用の代表的なコネクタを取り上げて、これら製品の特長を説明するとともに、これまで当社が培ってきた技術の一端をご紹介します。

Recent years have seen a worldwide explosive growth of sales of various mobile electronic devices, such as a smart phone, a tablet terminal, and an AV equipment. Achieving key features, not only expanded functionality but slim and smart design, is essential to these mobile electronic devices. To that end, it is indispensable for the electronic components used in those devices to be compact and lightweight as well as to have high functionality.

DDK Ltd. has been manufacturing and sells connectors for such devices for many years. These days, especially, it has become more and more important for us to research and develop connectors by anticipating the progress of the electronic device technology.

In this paper, we will explain the features of our typical connectors using the examples and introduce part of the technology, which we have so far created.

1. ま え が き

フジクラグループの一員である第一電子工業¹⁾は、総合コネクタメーカーとして各種コネクタを製造販売しています。コネクタは、信号や電力を少ない損失で複数の回路基板やケーブル、端子間を確実につなぐ必要があり、良好な電気特性を持った伝送回路と絶縁体構造、確実な嵌合を維持するための機構ならびに地球に優しい環境特性を考慮した設計が要求されています。

当社は、モバイル電子機器をはじめ、通信、コンピュータ関連、車載機器、工作機械など幅広い市場に対応したコネクタを製造販売していますが、特に最近のモバイル電子機器用コネクタやデータ通信用コネクタは、機器の小型化や軽量化に伴い、薄さや端子間隔の狭ピッチ化が要求されています。データ通信では高速化の動きが速く、今日では、8～10 Gbpsという高速伝送用規格が制定あるいは制定のための最終段階に入っており、データ通信用インターフェースであるSATAなどの高速化が喫緊の課題となっています。一方、モバイル電子機器で

ある携帯電話やスマートフォン、ノートパソコンやタブレット端末、携帯音楽端末などの内部配線に使われるコネクタとしては、既に、FPC用FFシリーズコネクタや基板間接続用コネクタなどの新製品が開発されており、これらのコネクタは電子機器の小型・軽量化に最適な製品として、多くのお客様からご好評をいただいています。

2. モバイル電子機器用コネクタの技術的課題

日常的に持ち運びされるモバイル電子機器では、内部配線に多くのFPCが使われています。当社のFFシリーズコネクタは、図1に示すように平型で非常に薄く、電子機器の小型・薄型化、軽量化に大きな効果を発揮するFPC用コネクタです。このコネクタは、実装された基板からの高さが0.66 mmで、端子間ピッチが0.3 mmの超低背な狭ピッチコネクタです。

配線に極細径の同軸ケーブルを使用する場合には、図2に示すような同軸コネクタを用いることができます。基板に実装されるレセプタクルとケーブルに結線されたプラグの嵌合時の高さは1.5 mmであり、同軸コネクタの特長・機能を発揮しながら驚異的な低背を実現しています。

1) 多極・同軸製品技術部主席部員

略語・専門用語リスト		
略語・専門用語	正式表記	説明
AV	Audio Visual	
FPC	Flexible Printed Circuit board	フレキシブルプリント配線板
SATA	Serial Advanced Technology Attachment	コンピュータにハードディスクなどを接続するインターフェース
Gbps	Giga bit per second	デジタル通信での通信速度の単位
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	電圧定在波比と呼ばれ、進行波と反射波の関係を示す。

2枚の基板を対面で接続する場合は、図3に示すような基板間コネクタが使われます。基板間コネクタは同軸タイプと多極角タイプの2種類があり、伝送信号の形態によって使い分けることができ、機器の薄型化に大きな効果を発揮しています。

これらのコネクタは、従来、いくつかの大きな問題がありました。FFシリーズコネクタでは、非常に薄型で小型であるために、基板に実装する際のはんだ付け作業で、はんだブリッジによる短絡不良が発生するという問題がありました。また、基板間コネクタでは、実装した

場合のレセプタクルとプラグの位置ずれの問題がありました。実装位置精度を上げることは、高度な製造技術が必要になり、コストアップ要因にもなります。

FFシリーズは端子の数が4心から100心と幅広く、多心コネクタでは、横方向の寸法が縦と奥行方向の寸法に比べて大きく、アスペクト比の大きな平型形状になります。コネクタの端子が固定される樹脂製ハウジングは射出成形で作られますので、3辺の比に大きな差がある場合は、反りや変形の問題が発生し易くなります。

また、非常に小さな部品であるために、基板に実装する際のはんだ付けでは、端子とハウジングの微小な隙間による毛細管現象でフラックス上がりが発生するという問題もありました。フラックス上がりが発生すると、フラックスが端子の表面を覆ってしまい、接触不良の原因となります。また、非常に小さいコネクタのため、FPCを挿入する際の作業性低下の問題も懸念されました。

基板間コネクタでは、別々の基板に実装されたコネクタを嵌合しなければならないために、コネクタ自身を精度良く実装することが非常に重要になります。これは基板のパターン設計精度を保障できなければいけないことと、実装時に確実に所定位置にコネクタを配置させなけ

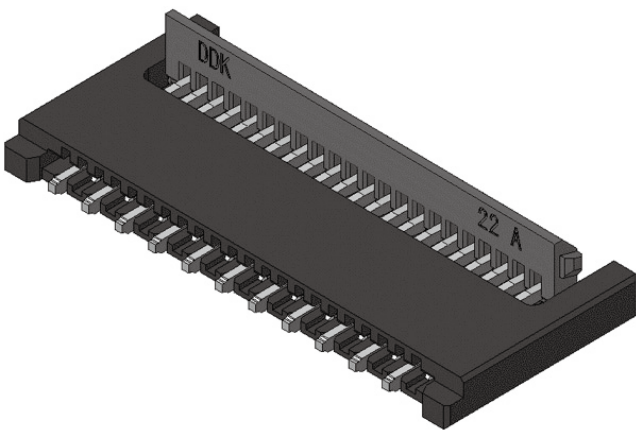


図1 FPC用コネクタ
Fig. 1. FF connector for FPC.

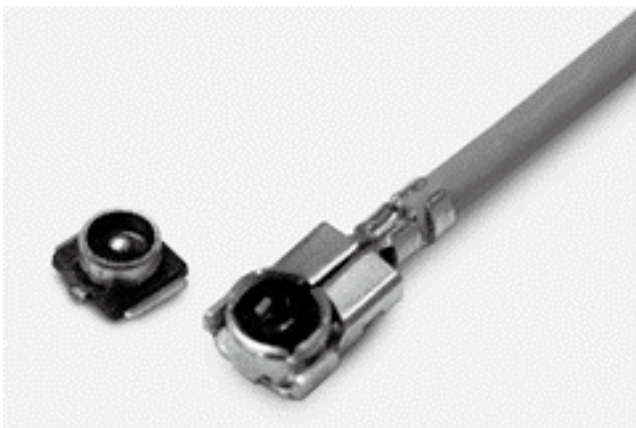


図2 極細径同軸コネクタ
Fig. 2. Coaxial connector for miniature coaxial cable.



図3 基板間コネクタ
Fig. 3. Board to board connector.

ればならないことを意味しています。基板に 2 個以上の基板間コネクタが使用される場合は、特に大きな問題となります。これらの問題解決について、FF シリーズコネクタと PMU コネクタの場合を例に取り上げて次節で説明します。

3. モバイル電子機器用コネクタの新技術

FF シリーズコネクタには、非常に多くのラインナップがあり、使用場所や FPC の種類によって最適なものを選択することが可能となっています。ここでは FF 20 コネクタについて、その最先端の技術について説明します。FF 20 コネクタと従来の FF 12 コネクタの諸元を比較したのが表 1 です。FF 20 コネクタは、超低背で容積も小さく、非常に省スペースな FPC 用コネクタであることが分かります。

非常に薄い構造のため、射出成形時に、図 4 のような反りや変形が発生しやすくなります。これは樹脂の流れ方が大きく影響することから、流動解析ソフトを用いたシミュレーションを行い、樹脂の温度、金型の構造や樹脂を注入するゲートの位置などの最適化を図りました(図 5)。更に、これによって作られた部品を用いた場合のコネクタの特性は構造解析ソフトを用いて解析して最適な金型構造と射出成型条件を確立しています。詳細に関しては、WEB 技術情報²⁾を参照して下さい。

実装時のフラックス上がりに関しては、構造解析を行って毛細管現象を起こさない隙間を確保するとともに、金めっきはフラックスの濡れ性が良いことから、端子に

表 1 FF シリーズコネクタの諸元
Table 1. Specifications of FF connector.

項目	FF 20 (新製品)	FF 12 (従来品)
高さ	0.66 mm	0.90 mm
奥行き	3.80 mm	4.93 mm
幅 (24 心)	8.60 mm	9.40 mm
容積比	0.52	1
端子ピッチ	0.30 mm	0.30 mm



図 4 FF コネクタの変形
Fig. 4. Deformation of FF connector.

施されている金めっきの一部をレーザーで除去することによって、基板からコネクタ内部へのフラックスの侵入を防止しています。

FPC 用コネクタは、挿入された FPC をロックする機構が備えられています。当社は、ロックするレバーを図 6 のように FPC を挿入する側とは反対側の、コネクタの後方に配置することにより、FPC を挿入し易くしました。さらに、FPC が上下に動いてもロックレバーに接触しないので、ロックが解除されない構造となっています。

このバックロック構造は、当社が世界に先駆けて開発した非常にユニークな構造で、かつ、信頼性の高いロック機構です。本バックロック構造のロックレバーは FPC を挿入する方向に倒す構造ですので、ロックするときに FPC の位置がずれ難いという利点を有しており、FPC の挿入作業性が非常に良い方式です。本バックロック構造に関しては、既に、特許³⁾を取得済みです。

FF シリーズコネクタは、当社独自のケーブルロック方式も採用しています。厚さ 0.12 mm の FPC の接続に用いられるピッチ 0.4 mm で高さ 0.66 mm の FF 18 コネクタや、高さは 0.66 mm で、ピッチを 0.3 mm にした FF 23 コネクタ、さらに、ピッチを 0.25 mm に狭ピッチ化した FF 28 では、信号コンタクトの両最外側に FPC の端部に設けられた切り欠き部を掛止するケーブ

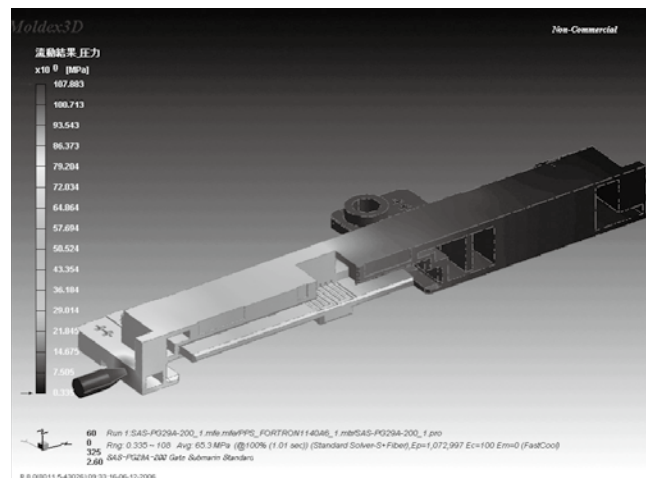


図 5 射出成型シミュレーション
Fig. 5. Ejection molding simulation result.

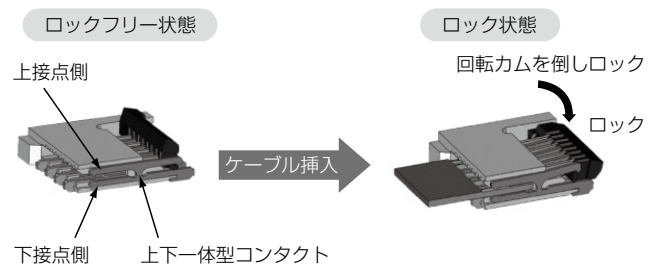


図 6 カム式バックロック
Fig. 6. DDK's original rotate oval cam lock mechanism.

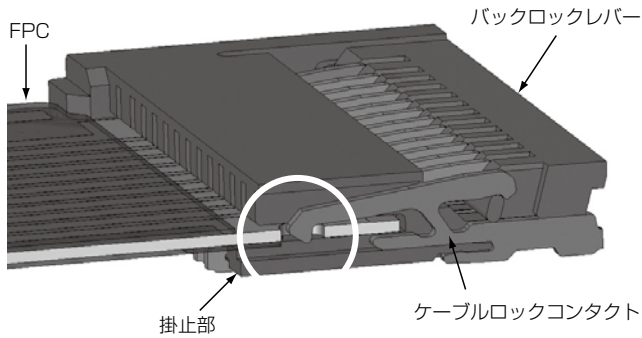


図7 ケーブルロック方式
Fig. 7. DDK's original cable lock mechanism.

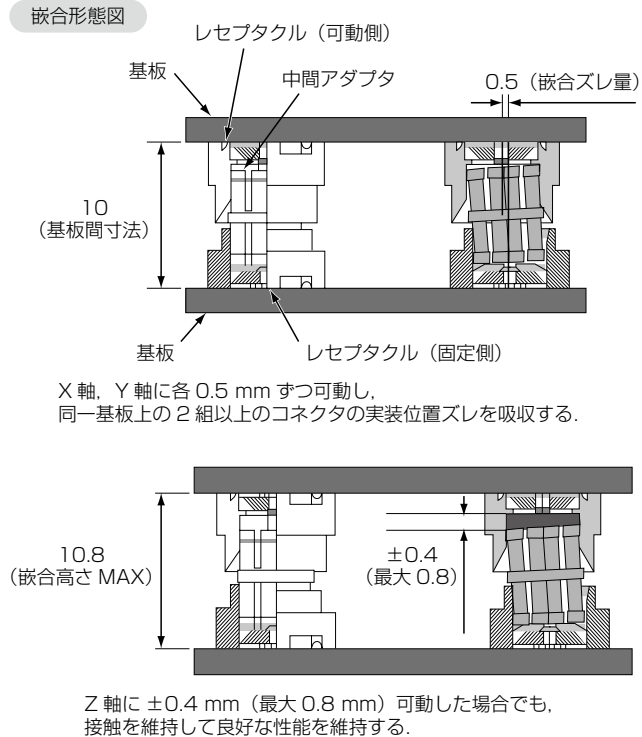


図8 PMUシリーズのフローティング構造
Fig. 8. Floating mechanism of PMU.

ルロックコンタクトを装備しています。図7に示すようにバックロックレバーを倒すことにより、信号コンタクトと一緒にケーブルロックコンタクトの先端部分が閉じられることによりFPCの切り欠き部が掛止されますので、心数が少なく通常のカム式バックロックだけではFPCを固定するのが難しい場合に有効なコネクタです。この方式も当社独自のロック方式であり、既に特許⁴⁾を取得しております。

次に基板間コネクタの新技術について説明します。

基板間コネクタは2枚の回路基板を向き合わせて接続することができるコネクタです。2枚の基板を上下に重ね合わせて接続できるために、電子機器内の実装面積が半分に縮小されます。基板間コネクタの高さが2枚の基板間の隙間となりますが、当社の基板間コネクタは非常に低背位なため、電子機器の薄型化に大きな効果を発揮します。しかし、コネクタ自身の実装の位置ずれが大き

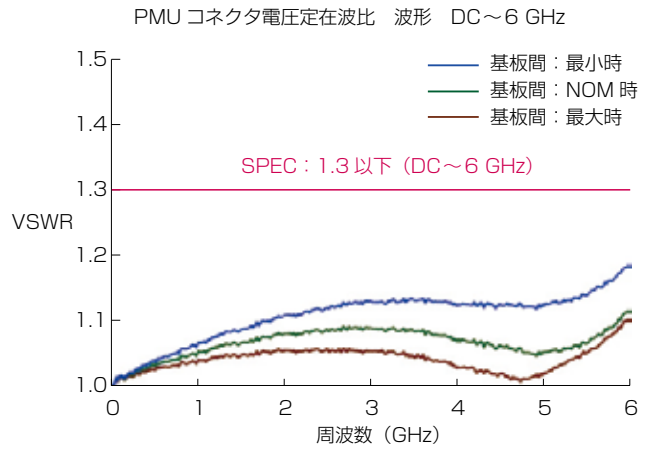


図9 PMUコネクタのVSWR
Fig. 9. VSWR result of PMU.

な問題でした。2枚の基板に実装されたコネクタの位置がずれていると嵌合できない場合が出てきます。これを解決する方法としてフローティング構造を開発しました。

このフローティング構造について、当社の同軸形基板間コネクタPMUで説明します。PMUコネクタは図8に示すように3ピース構造になっています。この構造ゆえに、X、Y、Zのどの方向の位置ずれにも対応できるようになっています。図8に示すように、上下2枚の基板に実装された2個のコネクタの位置が多少ずれていても、中間に入るアダプタ部分によって、XY方向に0.5 mm、上下のZ方向では最大0.8 mmの位置ずれを吸収することができます。図9に基板間コネクタで接続された場合のVSWR特性を示しますが、最大に位置ずれした場合でも、VSWRは、6 GHzでの規格値1.3以下に対して、当社の基板間コネクタを用いて接続した場合は1.2以下の良好な伝送特性を確保できます⁵⁾。

4. む す び

当社のモバイル機器用コネクタの中からFFシリーズコネクタとPMUコネクタを例に取り上げて、最近のコネクタに要求される技術的課題とその解決方法を紹介しました。当社は、コネクタの総合メーカーとして、今後も市場の要求に対応した新製品の研究開発を行い、顧客に信頼され、社会に貢献する製品を作り出していきます。

参 考 文 献

- 1) <http://www.ddknet.co.jp/>
- 2) <http://www.moldex3d.com/jp/news/20091022>
- 3) 日本国特許第4993529号
- 4) 日本国特許第4100624号
- 5) フジクラニュース2011年365号p4