

基板対FPC接続用超低背狭ピッチコネクタ

Super Low-Profile Narrow-Pitch Connector for Connecting between PCB and FPC

宮崎 洋二* ・ 大倉 健治* ・ 加嶋 仁*
Yoji Miyazaki Kenji Okura Hitoshi Kashima

携帯電話で基板対 FPC 接続用に用いられる 2 ピースコネクタにおいて、ダブルコンタクト構造の採用と金属板を段押成形して生じる段差面によるロック機構の開発によって、低背品の課題であった接触信頼性の向上と嵌合高さ 0.6 mm の低背化を実現した。

これにより、嵌合作業性、嵌合保持性、実装性などの 2 ピースコネクタの特徴を保ちつつ、ピッチ 0.4 mm で幅 3.0 mm という小型化を実現し、携帯電話の薄型化に対応可能となった。

In the two-piece connector used for connecting a PC board and FPC of a mobile phone, improved contact reliability and a low connection profile of 0.6 mm have been achieved by adopting a double-contact structure and developing a locking mechanism based on a step formed by pressing a metal sheet in the thickness direction.

This design achieves a compact size with a 0.4 mm conductor pitch and 3.0 mm width while maintaining the features of the two-piece connector such as easy connection, good retention, and easy soldering, thus contributing to a thinner mobile phone profile.

それぞれの長所と短所を表 1 に示す。

1. ま え が き

近年、携帯電話は小型・薄型化が進行する一方で、液晶の大画面・高画質化、カメラの高画素化、音楽プレイヤー、ワンセグ放送対応など、高機能化が進んできている¹⁾。それに合わせ、内部の構成部品にも低背・小型化が求められている。とくに、2006 年以降の携帯電話は薄型化が一つのトレンドとなっており、液晶やカメラ等のモジュール接続、およびヒンジ部接続等に用いられる基板対フレキシブルプリント基板（以下、FPC と記す）接続用コネクタに対してもさらに超低背や、省スペースのニーズが強まっている。

これらの接続部分には、1 ピースタイプの FPC コネクタと、2 ピースタイプの基板対 FPC のコネクタ（以下、狭ピッチコネクタと記す）の 2 種類のコネクタが主流として使われている。

図 1 に FPC コネクタの、図 2 に狭ピッチコネクタの構造図を示す。FPC コネクタは横から FPC を差し込みながらロックレバーにより固定して接続する構造であり、狭ピッチコネクタは上から押え込むだけでロックが掛かり接続ができる構造である。

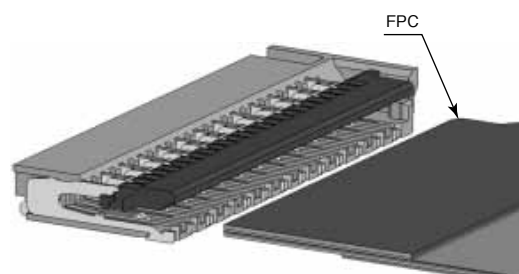


図1 FPCコネクタ

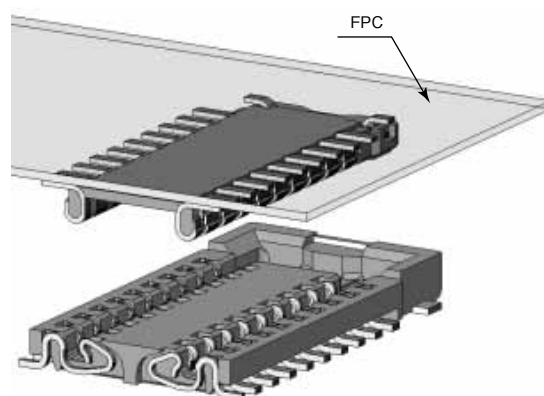


図2 狭ピッチコネクタ

* 制御機器本部 コネクタ事業部 Connector Division, Automation Controls Business Unit

表1 FPCコネクタと狭ピッチコネクタの比較

項 目		FPCコネクタ	狭ピッチコネクタ
嵌合作業性		×	○
基板設計の自由度 (パターン取回し)		×	○
嵌合高さ		○	×
多心対応		×	○
コスト	部品費	○	×
	組立費	×	○

各携帯電話メーカーは、これらの長所と短所を考慮したうえでコネクタを使い分けているが、薄型化が進む携帯電話においてとくにネックになるのは嵌合高さである。従来、狭ピッチコネクタの嵌合高さは0.8～1.0 mm程度、FPCコネクタでは1.0～1.2 mm程度であったが、本稿で紹介する「基板対FPC接続用狭ピッチコネクタA4F」(以下、A4Fと記す)は、図3に示すように嵌合高さ0.6 mmを実現している。これにより、FPC、補強板、およびクッション材の厚みを含めて1.2 mm程度の高さで嵌合することができ、従来の狭ピッチコネクタの短所の一つであった嵌合高さの問題を克服し、携帯電話の基板設計の自由度を高めることに貢献するものである。

本稿では、第2章で狭ピッチコネクタを低背・小型化する際の課題を、第3章で課題解決のポイントを、第4章で試作による評価結果を述べる。

2. 低背・小型化に伴う課題

2.1 狭ピッチコネクタの基本構造

図3に示すように狭ピッチコネクタはソケットとヘッダからなる。ソケット、ヘッダともに絶縁物である成形部品と接点部である金属部品で構成されており、基板またはFPCに表面実装される。ソケット側の接点はばね性を有し、ヘッダを挿入するとばねがたわんだ状態で接触することで導通が確保される。また、簡易ロック機構をもっており、抜き方向への荷重や落下衝撃によるコネクタの抜けを防止する機能を有している。さらに、はんだ付け強度を補強する目的で、信号端子とは別に保持金具を設けているものもある。

2.2 低背・小型化の問題点

狭ピッチコネクタを従来品の構造のままで低背・小型化する場合には、以下の問題がある。

- (1) 接点部のばねが小さくなるため、十分なばねのたわみ量と荷重(接触力)の確保が困難となり、落下衝撃による導通の瞬断が発生しやすくなる。また、嵌合状態からロックが外れるまでの嵌合方向のストローク量である嵌合ロック長が短くなることにより、嵌合外れが発生しやすくなるなど接触信頼性の低下が懸念される。

- (2) 端子(はんだ付け部)から接点部までの距離が短くなるため、はんだが接点部まではい上がり、接触不良が発生しやすくなる。
- (3) 成形品の肉厚が薄くなるため射出成形後やりフロー時の熱によりコネクタ本体の反りが大きくなり、実装不良を生じやすい。また肉厚が十分取れないため、機械的強度が低下する。A4Fの場合は、薄い所で0.1 mm前後の肉厚である。

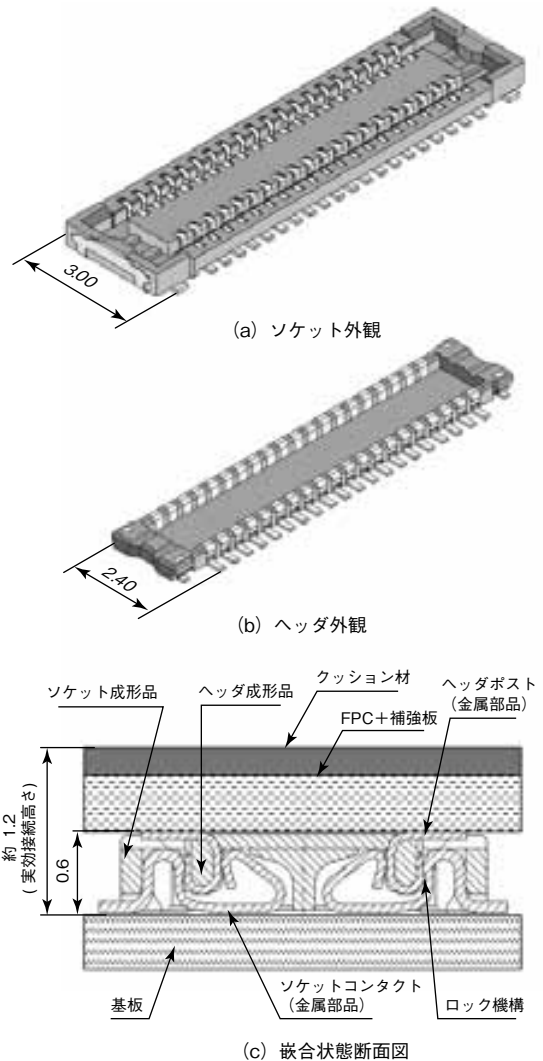


図3 A4Fの構成

3. 低背・小型化のための技術開発

3.1 コンタクト構造

接触信頼性を維持したまま低背化するためには、より省スペースという制約のなかで、いかに十分なばね性と嵌合保持力を確保できるコンタクト構造とすることがポイントとなる。A4Fのばねは、金属の薄板を曲げ加工してばね性をもたせるペローズ型コンタクト構造で、かつダブルコンタクト構造とすることにより、低背でありながら接触信頼性を確保している。また、ばね部分の金属板を板厚方向に段押成形することで、嵌合特性を向上させている。

従来のばね構造を図4に、A4Fのばね構造を図5に示すとともに、開発上のポイントを(1)、(2)に記載する。

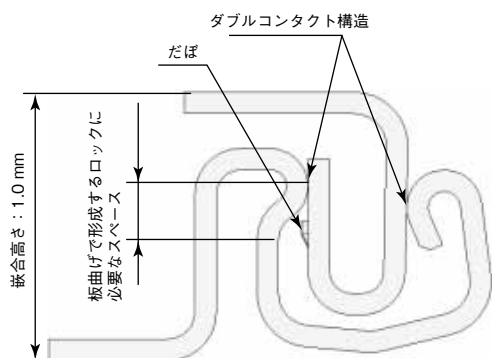


図4 従来のばね構造

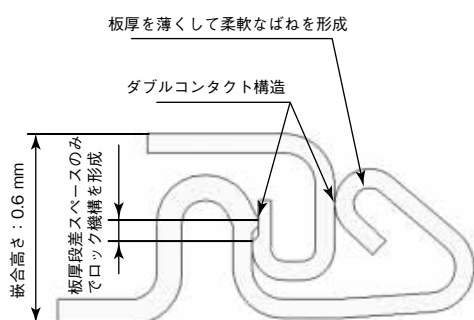


図5 A4Fのばね構造

(1) 嵌合保持力向上のための構造

従来のロック機構は板曲げとだぼ出しとで形成しており大きいスペースが必要なこと、また、曲げ半径が大きいことやだぼの面積不足により十分な引掛りが得られにくい等の欠点がある。そこで、A4Fではより限られたスペースで従来以上の嵌合保持力を得るため、金属板を板厚方向に段押成形することで生じる段差面を利用してロックさせる構造とし、従来よりも省スペースで、かつ板幅全体で引掛りを得ることができるため、従来以上の嵌合保持力が得られる。

(2) へたり防止のためのコンタクトばね構造

ベローズ型コンタクト構造を採用し、応力限界内で十分な接触圧とたわみストロークを確保する。

筆者らはばねの開発に際して3D-CADシミュレーションを用い、コンタクト形状の最適化と同時にコネクタ接続作業時の挿入力低減を図っている。シミュレーションは有限要素構造解析ソフトウェアを用い、コンタクトへのポスト挿抜時の反力と応力を求める静解析から形状を決定し、超低背のコンタクトでありながら高い接触信頼性を確保している(図6)。

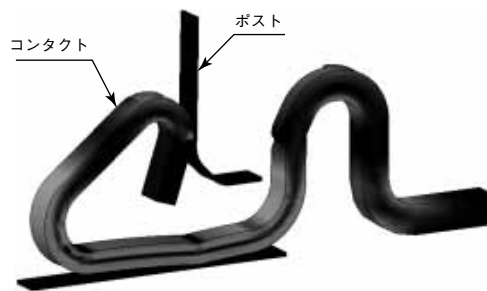


図6 ばね解析結果

3.2 はんだはい上がり対策

無鉛はんだ化によるリフロー温度の上昇や、コンタクトの小型化による端子のはんだ付け部と接点部の接近によって、はんだのはい上がり対策が必須となる。

従来のコンタクトは、銅合金に耐食性に優れる下地ニッケルめっきを行い、その上に長期接触信頼性維持のために全面金めっきを施していた。しかし条件によっては、はんだが金めっき表面をはい上がることがあった。A4Fではこの対策として、はんだ付け部と接点部の間にニッケルバリアめっきと称するニッケルめっき下地を一部露出させ、はんだでぬれにくくした部位を設けてそのはい上がりを防止している。

このめっきを行うために、筆者らは「スパージャ式部分金めっき工法」を開発した(図7)。

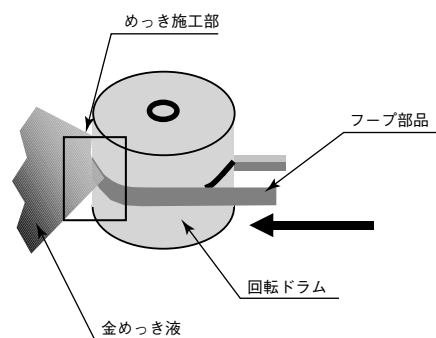


図7 「スパージャ式部分金めっき工法」

図8に示すように、流体および電界のシミュレーションを活用して回転ドラムの治具形状を決定するとともに、高電流密度域と低電流密度域における析出度合の差が大きい金めっき液を採用することで、図9のようなニッケルバリアめっき部をソケット側に設けることを可能にしている。

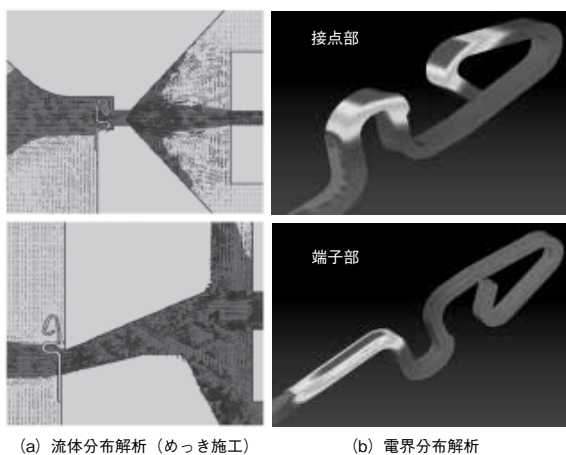


図8 部分めっきシミュレーション

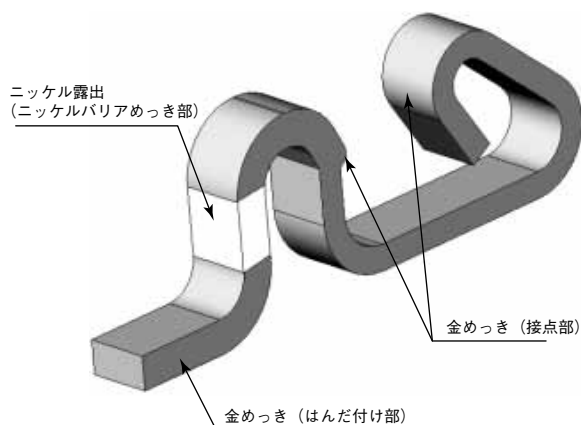


図9 ニッケルバリアめっき加工状態

3.3 成形品反り対策

狭ピッチコネクタでは樹脂成形品が薄肉であることから、流動性と強度を両立するために一般的にLCP (Liquid Crystal Polymer) 樹脂が用いられている。A4Fにおいては、嵌合高さ0.6 mmを実現するため、成形部の最薄部を0.1 mmとする必要があることから、超高流動のLCP樹脂を採用している。

成形品の反りに関しては、金型のランナ形状やゲート位置のほか、成形品の断面形状や金属部品圧入などの影響を受けるため、これらの要因をそれぞれ検証して形状を決定している。また材料の選定においても、金属部品を圧入するソケット側ではその応力に耐えることのできる強度重視の材料を、薄肉部が多いヘッダ側には流動性重視の材料をそれぞれ選定して超低背部品であるにもかかわらず反りの発生を抑えている。

3.4 成形品強度対策

狭ピッチコネクタの小型化のためには強度の低下を抑えながらソケットの側壁の成形品の厚みをより薄くする必要があり、金属部品をインサート成形して補強する構造を採

用している (図10 (a))。しかし、金属部品をインサート成形すると金属板により成形品の側壁が両側に分断されるため、片側当りの肉厚が非常に薄くなり成形性の悪化と樹脂部の強度不足が問題となっている。そこでA4Fではさらに小型化するため、金属部品を外部に露出させてインサート成形する構造を採用している (図10 (b))。これにより、側壁の総厚を薄くしたにもかかわらず成形品の厚みを従来以上にできるため、金属部品による側壁の補強と成形性との両立が可能となる。

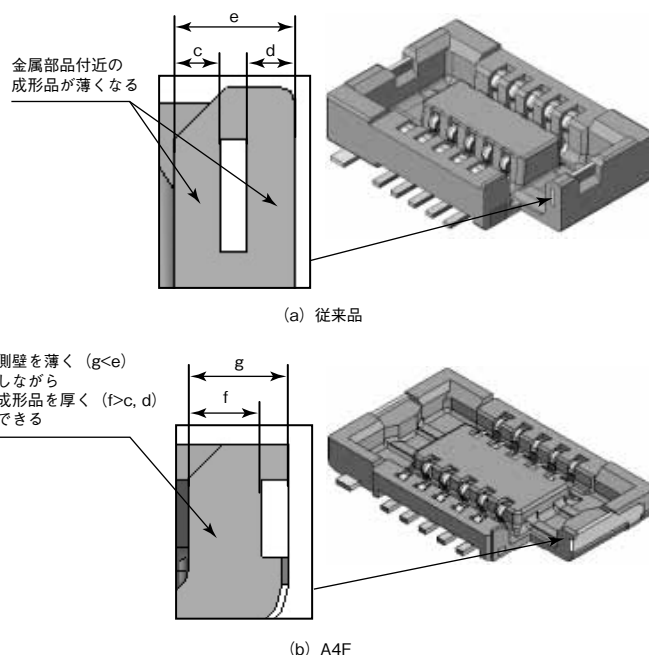


図10 金属部品インサート成形方法

4. 試作品評価結果

4.1 接触信頼性

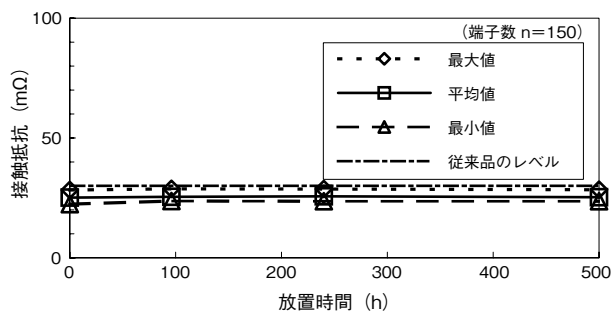
接触信頼性評価のため、耐熱性試験 (85 °C, 500 h)、耐寒性試験 (-55 °C, 500 h)、耐湿性試験 (40 °C, 90 ~ 95 %RH, 500 h)、耐熱衝撃性試験 (-55 °C, 30 min ⇄ +85 °C, 30 min, 200 回) の各試験を実施する。各試験前後における接触抵抗値を図11に示す。

いずれの結果も、従来の狭ピッチコネクタと同等のレベルであり、接触信頼性を満足していることが確認できる。

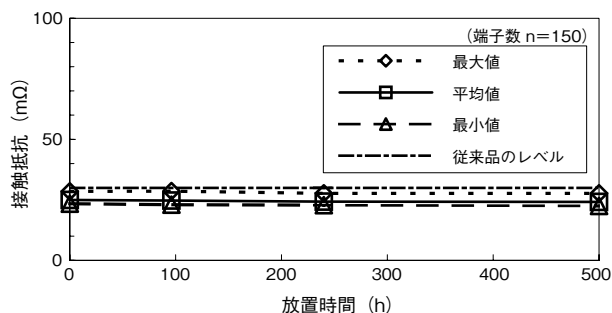
4.2 嵌合保持力

金属部品の段押成形した面同士でロックする機構の品質を確認するため、挿抜耐久性試験を実施し、その結果を図12に示す。

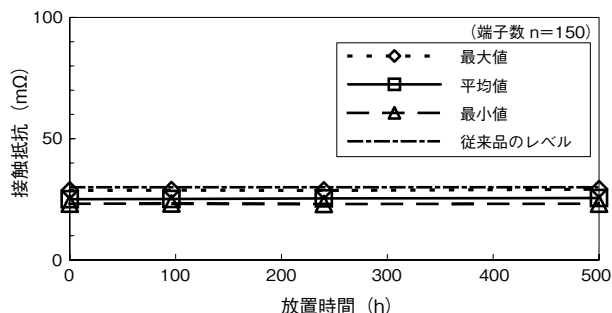
コネクタの嵌合保持力は従来の狭ピッチコネクタ同等レベルであり、筆者らの考案したロック機構は十分な嵌合保持力を有していることが確認できる。



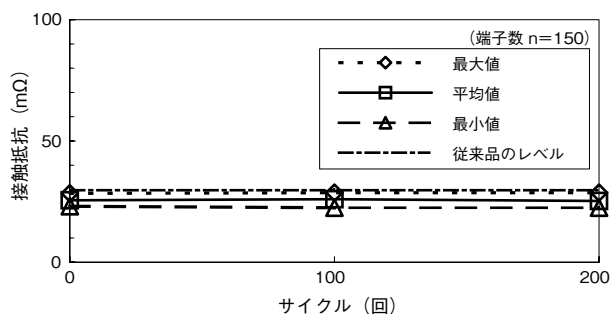
(a) 耐熱性評価



(b) 耐寒性評価



(c) 耐湿性評価



(d) 耐熱衝撃性評価

図 11 接触信頼性評価結果

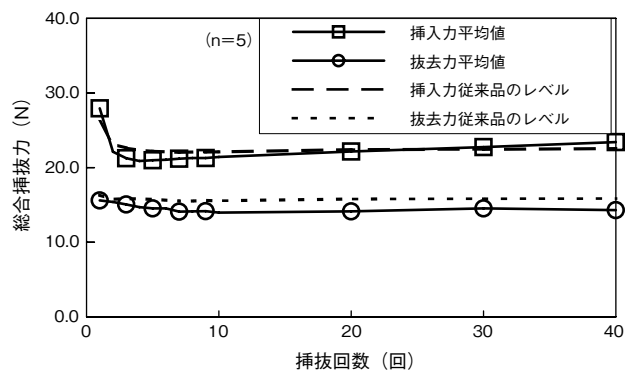


図 12 挿抜耐久性評価結果

4.3 はんだはい上がり性

「スパージャ式部分金めっき工法」により形成したニッケルバリアめっきの効果を検証するため、リフローによるはんだはい上がり性の評価を実施する。その結果、リフロー加工時のピーク温度 260℃で、はんだ付けリフロー 2 回の場合においてもニッケルバリアめっき部でははんだはい上がりが防止できていることが確認されている。

5. あとがき

携帯電話で基板対 FPC 接続用に用いられる 2 ピースコネクタにおいて、ダブルコンタクト構造の採用と金属板を段押成形して生じる段差面によるロック機構の開発によって、低背品の課題であった接触信頼性の向上と嵌合高さ 0.6 mm の低背化を実現した。これにより、嵌合作業性、嵌合保持性、実装性などの 2 ピースコネクタの特徴を保ちつつ、ピッチ 0.4 mm で幅 3.0 mm という小型化を実現し、携帯電話の薄型化に対応可能となった。

今後、同様の構造を採用してソケットの幅方向の寸法をさらに小さくした製品も検討しており、携帯電話のさらなる小型化に貢献できると考えている。

*参考文献

- 1) 林 良三：携帯電話の変遷に見るデザインの変化と社会の変化, シャープ技報, No. 27, p. 24-28 (2007)

◆執筆者紹介



宮崎 洋二
コネクタ事業部



大倉 健治
コネクタ事業部



加嶋 仁
コネクタ事業部