

スライド型携帯電話向け極細同軸ケーブルアセンブリ

電子電装開発センター 松川 隆 司¹・田中 雄 気¹・吉田 謙 介¹・足達 学¹・横内 崇 史¹
電子材料事業部 伊藤 雅 子²

Development of Microcoaxial Cable Assembly for Slide-type Cellular Phone

T. Matsukawa, Y. Tanaka, K. Yoshida, M. Adachi,
T. Yokouchi, and M. Ito

近年、携帯電話に代表される電子機器の小型・軽量化、多機能化は急速に進展している。技術動向として、携帯電話の内部配線材をFlexible Printed Circuit (FPC) にかえて極細同軸ケーブルアセンブリにする要求が増加している。これは、極細同軸ケーブルの持つ伝送特性や耐ノイズ特性が市場のニーズに適合してきたためである。そこで当社では、機械構造に対する制約から極細同軸ケーブルの使用が難しいとされてきたスライド構造に対しても、その使用を可能とする独自のケーブル構造と配線方法を開発したので紹介する。

In recent years, the cellular phone and the other mobile electric devices are being miniaturized rapidly.

As a technical tendency, the demand for a microcoaxial cable assembly as an internal wiring material of a cellular phone instead of an FPC is increasing. It is chosen for its high-speed transmission characteristic and noise protection. So, we have introduced a special cable and wiring method for the sliding module, which is difficult in structure when using the cable.

1. ま え が き

近年、携帯電話内部配線材料として、極細同軸ケーブルアセンブリ品が脚光を浴びている。従来のFPCに代わって、同軸ケーブルが持つ安定した伝送特性と、細径で柔軟な構造からくるアセンブリ形状の自由度の高さが、高性能・高性能化が進む携帯電話のニーズにマッチしてきたためである。現在、極細同軸ケーブルは、主に捻回をとまなう機械構造に特化して使用されており、スライド構造においてはすべてFPCが使われている。これは、薄型化の要求に対して、FPCのもつシート形状が低背スペースでの屈曲に適しているためである。

当社では、低背スペースでの屈曲を可能とした極細同軸ケーブルを開発し、アセンブリ品として独自の配線方法を考案したので紹介する。

2. 携帯電話配線材の技術動向

2.1 携帯電話の基本構造と配線材料

携帯電話の基本構造は主に下記5種類に分類される。

1. フラット型 (図1)
2. 折りたたみ型 (図2)
3. スライド型 (図3)
4. 捻回型 (図4)
5. 2軸捻回型 (図5)



図1 フラット型
Fig. 1. Flat type.

図2 折りたたみ型
Fig. 2. Cram-shell type.

図3 スライド型
Fig. 3. Slide type.



図4 捻回型
Fig. 4. Rotation type.

図5 2軸捻回型
Fig. 5. Two axis type.

¹ 電子材料開発部

² 第一技術部

また、携帯電話のデザインは商品差別化の重要な要素であり、上記の基本構造を組み合わせた複雑な機構を持つものが増える傾向にある。本体とディスプレイ部を可動式のヒンジで接続する 2 から 5 のタイプでは、接続用の配線材として、屈曲性のある FPC や極細同軸ケーブル¹⁾ が広く使用されている。

FPC はひねり方向に自由度がないため、折りたたみと回転が組み合わされた機構には対応できない。このような折りたたみと回転の組み合わせのような携帯電話デザインの複合化に対応するため、屈曲性と曲げの自由度に富む極細同軸ケーブルの需要が増加している。(図 6)

2.2 極細同軸ケーブルの必要性

急速に普及が進んでいる第 3 世代携帯電話では、ディスプレイの高解像度化・多色表示化が進んでいる。現在は QVGA 対応の液晶パネルが主流であるが、上位クラスでは HVGA, SVGA に対応した製品まで開発が進んでいる。高解像度の液晶パネルで動画の再生を行うために駆動信号は数百 Mbps の転送レートに達しており、配線材にも伝送する信号の高周波化にともなったノイズ対策が必要となっている。

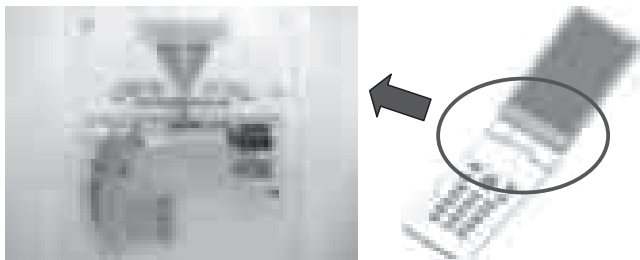


図 6 極細同軸ケーブル
Fig. 6. The micro-coaxial cable assembly.

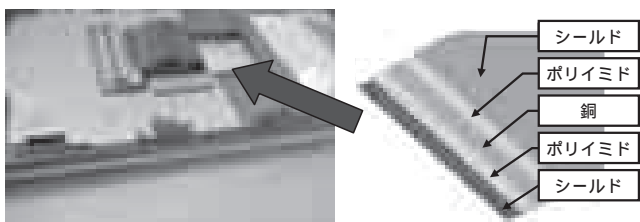


図 7 シールド付き FPC 構造
Fig. 7. The structure of shield FPC.

特に稼動部は筐体側での完全なシールドが難しいため、シールド付き FPC が採用されている。(図 7)

極細同軸ケーブルは完全な同軸構造となっているため、シールド付き FPC と同等かそれ以上のシールド特性を有している。¹⁾

2.3 従来のスライド構造向け配線材料の問題点

2.3.1 高さスペース

スライド構造タイプでは、シールド付き FPC のもつシート形状を利用して、低背スペースでの可動屈曲を実現している。しかし屈曲性を確保するために必要な曲げ半径は、一般的に 1.5 mm 以上、高さとして約 3 mm 以上のスペースを必要とする(図 8)。このためさらなる薄型化に対応すべく、FPC の銅箔厚を薄くすることにより、曲げ半径 1 mm、高さ 2 mm のスペースで屈曲する FPC の開発が進められている。

これに対して、一般的に携帯電話で使用される極細同軸ケーブルは AWG42 であり、40 心から 50 心の本数を必要とする。このケーブルをフラットに並べた構造では(図 9)、曲げ半径 4 mm 以上(高さスペース 8 mm 以上)を必要とし、市場の要求レベルに合致しない。また、極細同軸ケーブル AWG42 を 40 心束ねてテープ巻きした場合、図 10 のように束ね径として約 3 mm となるが、結束部内部においてケーブルが同一方向に束ねられていないため、曲げ方向を制御することが困難である。このような理由から、現在までスライド構造には極細同軸ケーブルアセンブリ品は使用されてこなかった。

2.3.2 基板実装スペース

現在市販されているスライド型携帯電話では、図 11 に示すとおり液晶部とエンジン部をつなぐヒンジと LCD 基板に穴を開けて FPC を配置することで、電氣的接続を行っ



図 9 AWG42 ケーブル許容曲げ R
Fig. 9. Permissible radius for AWG42 cable.

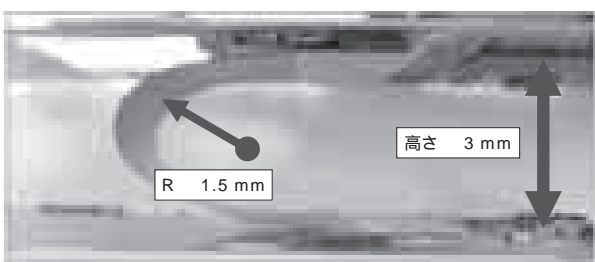


図 8 シールド付き FPC の曲げ半径
Fig. 8. The permissible radius for shield FPC.

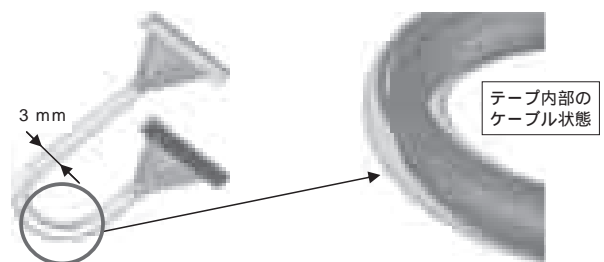


図 10 束ね状態での屈曲
Fig. 10. The bending method by bundled cable.

ている。本構造ではFPCのスライド部に屈曲を妨げる高さのある部品の実装はできないため、基板設計の自由度は下がってしまう。

3. フラット型極細同軸ケーブルの開発

3.1 フラット型極細同軸ケーブルの構造

当社では、低背スペースでの屈曲に適したケーブルとして、3心から5心の極細同軸ケーブルを横に並べて、一括ジャケットをほどこしたフラット型極細同軸ケーブルを開発した。このフラット型極細同軸ケーブルを積層して使用することにより、各ケーブルが安定して一定方向に屈曲することを可能とした。表1にその構造とケーブル

のラインナップを示す。

3.2 フラット型極細同軸ケーブルの屈曲特性

3心から5心の極細同軸ケーブルからなるフラット極細同軸ケーブルを図12のように縦にした状態で並べることにより、スライドの高さ方向はケーブルの幅で制御することができる。スライド屈曲に必要な筐体の幅方向のスペースは、最も内側に配線されるケーブルの許容屈曲半径で決まる。図13にAWG42とAWG46の許容屈曲半径と耐久特性の結果を示した。これより、線径が細く許容屈曲半径を小さくできるAWG46の方が、AWG42より幅方向のスペース（width）を小さくできることがわかる。一般的に使用されているAWG42では、屈曲半径が8mm以上あれば十分であることが明らかになった。

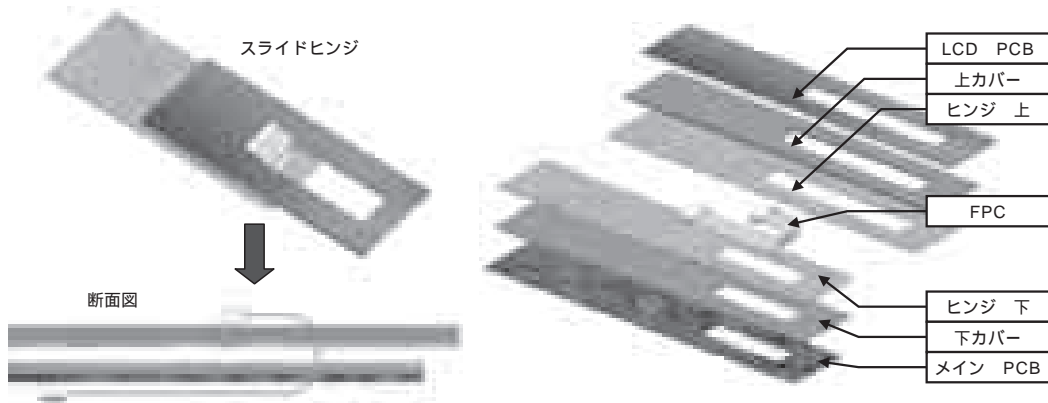
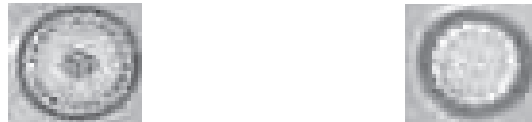


図11 一般的なスライドヒンジ構造
Fig. 11. The popular slide hinge structure.

表1 極細同軸フラットケーブルの構造とラインナップ
Table 1. The structure and lineup of flat micro-coaxial cables.



項目	単位	AWG42			AWG46		
		3心	4心	5心	3心	4心	5心
内部ケーブル		MCC427 S3045 BK			MCC463 S2550 BK		
内部導体	材料	銀鍍金銅合金線			銀鍍金銅合金線		
	外径	mm			mm		
絶縁体	材料	フッ素樹脂 (PFA)			フッ素樹脂 (PFA)		
	外径	mm			mm		
外部導体	材料	錫鍍金銅合金線			錫鍍金銅合金線		
	外径	mm			mm		
内部同軸ケーブル外径	材料	フッ素樹脂 (PFA)			フッ素樹脂 (PFA)		
	外径	mm			mm		
フラットケーブル外径	材料	フッ素樹脂 (ETFE)			フッ素樹脂 (ETFE)		
	外径	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	形状						



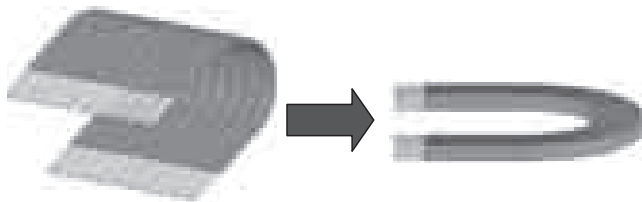


図 12 屈曲方向の変更
Fig. 12. The bending direction change.

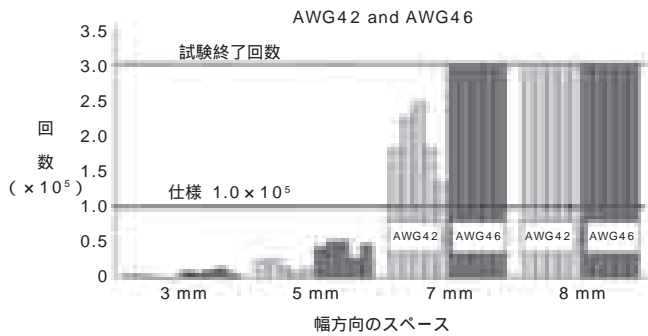
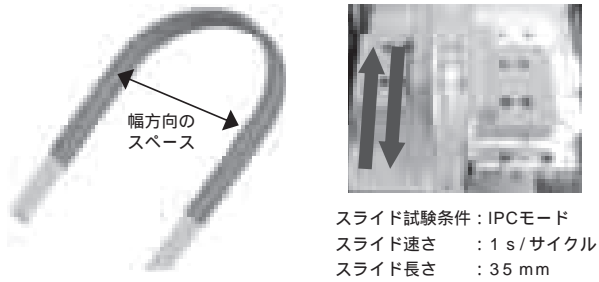


図 13 フラットケーブルのスライド耐久特性
Fig. 13. The slide durability-test result of a flat cable.

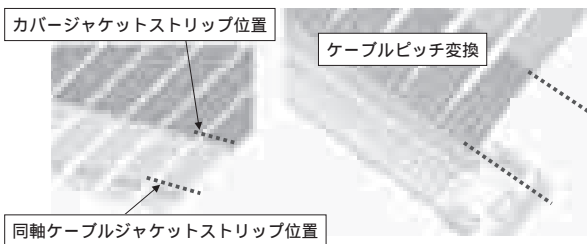


図 14 カバージャケットと
同軸ケーブルジャケットのスリット位置
Fig. 14. The slitting position for cover jacket
and micro-coaxial cable jacket.



図 15 極細フラット型ケーブルアセンブリ
Fig. 15. Flat micro-coaxial cable assembly.

3.3 端末加工方法

一般的な極細同軸ケーブルの端末加工では、レーザを使用したケーブル口出しを行う。

極細同軸ケーブルのジャケット樹脂のストリップにおいては、吸収波長特性から通常炭酸ガスレーザを使用する。本フラット型極細同軸ケーブルの場合、接続するコネクタピッチにあわせたケーブル整線を行うため、フラット型極細同軸ケーブルの最外被覆となるカバージャケットと、同軸ケーブルのジャケットのスリット位置をずらす必要がある(図 14)。カバージャケットと極細同軸ケーブルのジャケットスリットを分けて行うためには、融点の低い樹脂を外側のカバージャケットに用いて、極細同軸ケーブルのジャケットとの間に融点差を設ける必要がある。当社では、カバージャケットに極細同軸ケーブルのジャケット樹脂である PFA よりも融点の低い ETFE を用いることにより、炭酸ガスレーザのパワーを調節してカバージャケットと極細同軸ケーブルのジャケットを別々にスリットした。

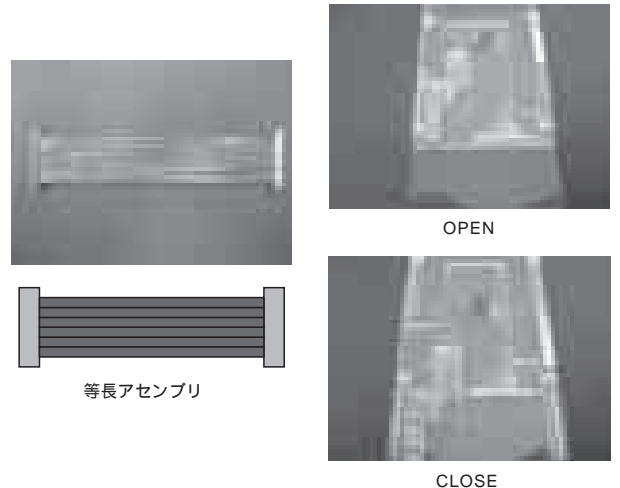


図 16 等長タイプハーネス
Fig. 16. Saving assembly cost forming.

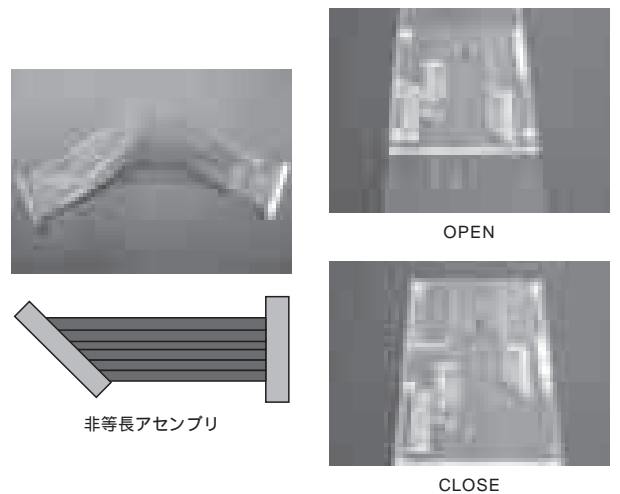


図 17 非等長タイプハーネス
Fig. 17. Saving wiring space forming.

4. スライド構造向け配線方法と屈曲特性評価

4.1 積層フラットケーブル配線

携帯電話に必要な40心から50心の同軸ケーブルを配線するため、図15に示すようにフラット型極細同軸ケーブルを約10本積層して使用する。平面性のあるケーブルを使用することにより、スライド時にケーブルに加わる屈曲方向を制御することが可能になり、結果として各フラット型極細同軸ケーブルが絡まることなく安定したスライド動作を実現した。このような積層フラットケーブルの配線について、当社では2種類のハーネス基本形状を提案している。

4.1.1 等長タイプハーネス

口出しやコネクタ接続等の端末加工が容易なハーネス形状で、加工コストを低く抑えることができる。(図16)

4.1.2 非等長タイプハーネス

端末加工において、ケーブル長を調整する必要があるため、加工コストが上昇するが、ハーネス屈曲スペースに応じたアセンブリ設計が可能となる。(図17)

4.2 スライドヒンジへの配線

当社が開発したケーブルスライド構造の場合、図18に示すとおり、フラット極細同軸ケーブルの幅が約1.5mm以下となるため、従来の配線材料では使用していないヒンジ内部スペースを使用することが可能となる。これにより、コネクタ部までのトータル高さを抑えるとともに、基板実装スペースを広げることができた。

4.3 スライド屈曲特性評価

フラット型極細同軸ケーブル積層状態での屈曲特性を評価した結果、屈曲中に最も応力のかかる部分は中央部の最小半径部分であることがわかった。図19にはAWG42-4心フラットケーブル10本を使用したアセンブリ品を、最小屈曲半径4mmにフォーミングしたときの、繰り返しスライド耐久試験の条件と結果(N=5)を示した。グラフは試験中のモニタリング結果であり、20、85、-40の環境試験でも問題は生じなかった。これより20万回以上の耐スライド屈曲特性を有することがわかる。

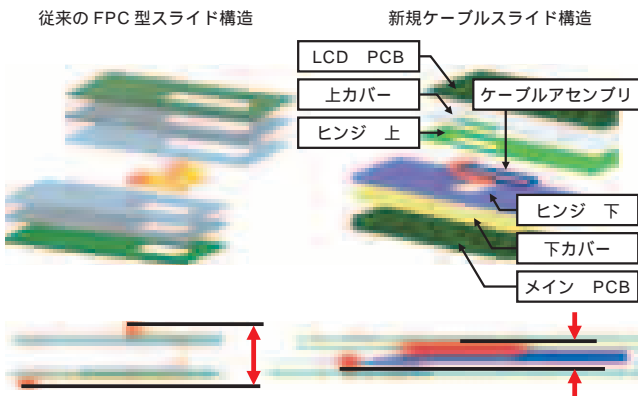
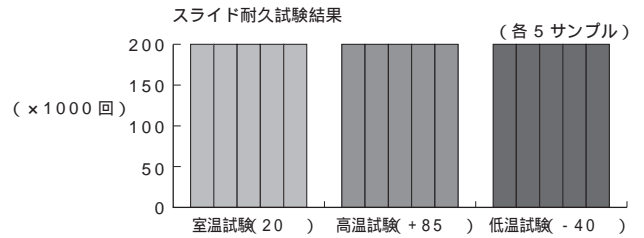


図18 従来のスライド構造との比較

Fig. 18. Comparison with the conventional slide structure.



試験条件

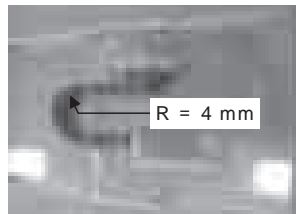
スライド長さ 32 mm; スライド速度 40 mm/s;
 折り返し時の待ち時間 1 s;
 温度 20, 85, -40
 サンプル AWG42 × 4 wire × 10本 アセンブリ品
 最小屈曲半径 4 mm



高温試験 (+85)



低温試験 (-40)



ハーネスの取付け条件

図19 フラット極細同軸ケーブルアセンブリ品 屈曲特性評価結果

Fig. 19. The Durability-test result in environmental examination.

5. む す び

配線構造に対する制約から、極細同軸ケーブルの使用が難しいスライド型携帯電話に適用可能な独自のケーブル構造と配線方法を開発した。

今回当社で開発したフラット型極細同軸ケーブルおよびそのアセンブリ品は、低背化と高機能化が進む携帯小型機器に対して有用である。

参 考 文 献

- 1) 松川ほか：携帯電話用極細同軸ケーブルアセンブリの高速
伝送特性と次世代極細高速伝送ケーブル，フジクラ技報，
第 111 号，pp.48-53，2006