

電子機器をつなぐインタフェース部品

電子部品開発センター 大塚 秀文¹

Development of Interface components (Electronic wire/Antenna/Carriage)

H. Otsuka

当社では、電子機器の内外のインタフェース部品（ケーブルアッセンブリ、アンテナ、キャリッジ等）を製造・販売しております。これら部品に対し、軽薄短小化、高速伝送化、エコ、をキーワードとして高付加価値商品の開発に取り組んでいます。本稿では、最近のトピックスとして、①極細同軸アッセンブリ ②フィルムアンテナ ③高速伝送ケーブルの新商品開発を紹介します。

Fujikura is working on the development of value-added products of internal and external interface components (cable assembly, antenna, carriage, etc.) for electronic devices with reductions in size and weight, high-speed transmission and ecology as the keywords. This report describes Fujikura's development of micro coaxial assembly, film antenna and high-speed transmission cable.

1. ま え が き

コンピュータをはじめとする電子機器の発展は、社会に多くの利益をもたらしています。当社は、これら電子機器の発展をささえる機器内外のインタフェース部品（ケーブルアッセンブリ、アンテナ、コイル等）を 1970 年代から製造・販売しております。

電子機器の歴史は、軽薄短小、たゆまぬコストダウンの歴史です。さらに、現在は、高速伝送化、エコ化、無線化も進んでいます。この動向は、当社が扱うインタフェース部品にも反映されています。これらの製品には、多品種少量、短製品寿命でかつ急速量産立ち上げが要求されます。これら要求を満たす為、長年培われたケーブル技術、アッセンブリ技術、フィルムラミネート技術、高速伝送技術、精密寸法測定技術、高周波測定技術等にさらに磨きをかけて、高付加価値商品、生産性向上（省人化）の開発を推し進めています。

環境問題への対応は早くから取り組んでおり、RoHS 対応、ノンハロゲン化から一歩進んだ省エネルギーに貢献する商品や製法の開発をしています。

コイル事業からの派生品として、HDD を構成する記録再生ヘッドの保持・駆動部品であるキャリッジを製造しております。記録密度の増加に伴ってキャリッジに要求される精密な共振制御やクリーンリネスの確保に向けた技術開発を進めるとともに、高いスループットで高性能・高信頼性の製品供給を実現するべく生産技術を磨いています。

2. 極細同軸アッセンブリ

2. 1 極細同軸アッセンブリの開発（図 1）

当社は、極細同軸が携帯電話に採用され始めた初期から、極細同軸アッセンブリの量産を行っているパイオニアです。

代表的な極細同軸ケーブルは、AWG#42 の中心導体（導体径 $25\mu\text{m}$ 7 本撚り）に、横巻きシールドを外部導体とした同軸構造を持ちます。日本人の髪の毛の太さは約 $80\mu\text{m}$ から $120\mu\text{m}$ と言われており、髪の毛よりはるかに細い導体を使用しています。ケーブル外径は 0.29mm で、シャープペンシルの芯より細いケーブルです。

このアッセンブリは、耐ノイズ性、GHz 帯域での良好な伝送特性と高い屈曲特性を有し、細径かつ柔軟であることから、小型電子機器の開閉や回転構造部等の配線材として用途が拡大しています。



図 1 極細同軸ケーブルとアッセンブリ例
Fig. 1. Micro Coaxial cable and Assemblies

¹ 電子材料開発部部长

略語・専門用語	正式表記	説明
アクティブコライザ		増幅機能を持った素子を使った信号補正機器
アッセンブリ		ケーブルにコネクタ及びその他の部品を取り付けたもの
RF	Radio Frequency	電磁波や電気信号のうち、無線通信に利用できる周波数のもの
インピーダンスマッチング		電気伝送路において、送り出し側回路の出カインピーダンスと、受け側回路の入カインピーダンスを合わせること
AWG	American wiring Gage	導体サイズ規格の一種
給電点		アンテナに出入りする信号の口
高調波		ある周波数の波動に対して、その整数倍の高次の周波数成分のこと
ディファレンシャル		1つのデータ信号から逆相の信号を生成して2本の信号線を用いて伝送させる方式。ノイズの影響を受けにくいことが特長
ノンハロゲン		ハロゲン元素を含んでいないもの。具体的にはフッ素、塩素、臭素、ヨウ素、アスタチンの5つの元素を指す。ハロゲン化合物は、人体に良くないということで規制されている
HDD	Hard Disk Drive	磁性体を塗布した円盤に情報を記録し読み出す記憶装置記の一種
ペアケーブル		撚り対線とも言い、電線を2本対で撚り合わせたケーブル
メンブレン		厚膜印刷技術を応用したシート
横巻きシールド		ケーブルのシールド方法のひとつ。導体素線をケーブル表面にまきつける構造
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	使用禁止物質指令
UL	Underwriters Laboratories	アメリカの安全認証機関
USB-IF	USB Implementers Forum, Inc.	USB規格の仕様の策定や管理を行っている組織
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access	高速、大容量の無線通信技術の規格の一つ。自宅はもちろん、外出先や移動中など、いつでもどこでも高速インターネットを利用することが可能になる

多様化する用途に応じた新商品開発や自動化を含めた精密アッセンブリ技術開発に取り組んでいます。

2.2 配線組み込み高さの低いフラット型極細同軸ケーブルアセンブリの開発

スライド式開閉機器のニーズに適したフラット型極細同軸ケーブルアセンブリを開発しました。

これは、3本から5本の極細同軸ケーブルを耐摩耗性、加工性に優れた樹脂で被覆したフラット（リボン）ケーブル（図2、表1）です。スライド式開閉構造で従来使用されてきたシート状配線材は、配線組み込み高さとして2～3mmを必要としています。それに対し、フラット型極細同軸ケーブルアセンブリ（図3）は、フラットケーブルを縦に配列し、コネクタ等に接続することで配線組み込み高さを1～1.5mmに抑えています。

ケーブルの屈曲方向の曲げ半径を大きくとり、20万回以上のスライド屈曲に耐えられる特性を実現しています。

今後のさらなる機器の薄型化にはこのフラット型極細同軸ケーブルアセンブリが最適です。

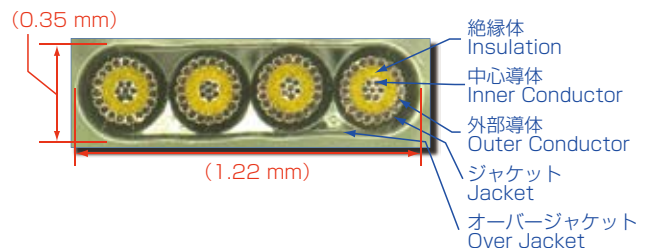


図2 フラット（リボン）型極細同軸ケーブル（AWG42×4心）
Fig. 2. Flat (Ribbon) Micro Coaxial Cable (AWG42×4Cores)

3. フィルムアンテナ

3.1 フィルムアンテナの開発

従来、小型電子機器に内蔵される無線LANやBluetoothに代表されるアンテナ素子には、板金やFPC (Flexible Print Circuit) が使用されております。当社は、エッチング加工によるFPCアンテナや、印刷加工によるメンブレンアンテナの製造をしておりますが、新しいラインナップとして薄く小型で廉価なフィルムアンテナを開発しました¹⁾。フィルムアンテナは、FPCの利点を兼ね備え、かつイニシャルコストを抑え、お客様の開発

表1 フラット (リボン) 極細同軸ケーブル仕様例
Table 1. Flat (Ribbon) Micro Coaxial Cable Specification

項目	単位	AWG 42			AWG 46		
		3芯	4芯	5芯	3芯	4芯	5芯
内部導体	材料	銀メッキ銅合金線			銀メッキ銅合金線		
	構成	本/mm			7 / 0.025		
	外径	mm			0.075		
絶縁体	材料	フッ素樹脂			フッ素樹脂		
	外径	mm			0.165		
外部導体	材料	錫メッキ銅合金線			錫メッキ銅合金線		
	外径	mm			0.225		
ジャケット	材料	フッ素樹脂			フッ素樹脂		
	外径	mm			0.29		
オーバージャケット	材料	フッ素樹脂			フッ素樹脂		
	外径	mm	0.35 × 0.93	0.35 × 1.22	0.35 × 1.51	0.30 × 0.78	0.30 × 1.02



図3 フラット型極細同軸アセンブリ
Fig. 3. Flat Micro Coaxial Assembly

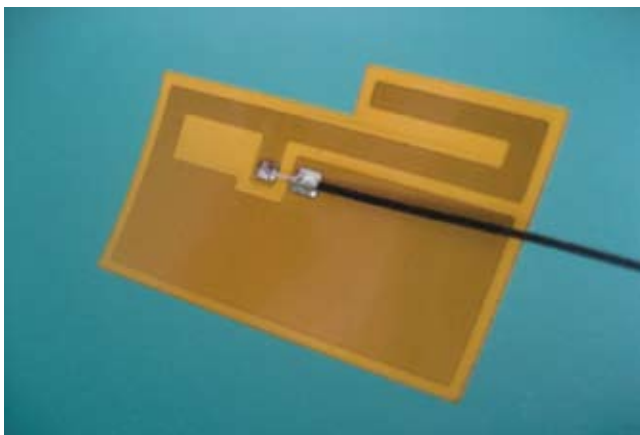


図4 マルチバンドアンテナ (WLAN)
Fig. 4. Multi-Band Antenna (WLAN)

リードタイム短縮に貢献できる製品です。アンテナ素子を曲面にそって曲げて配置させることができることが特長です。

また、素子設計、製品設計、試作、評価、実機チューニング、量産まで一貫業務が可能であるため、試作期では素子設計を短期で確定できるように、3日という短納期で製品形状を作り、電波暗室での評価、設計改良まで行うことで、お客様の機器にあわせたカスタマイズ品を提供しております。

UL, RoHS 指令, ノンハロにも対応しており、安心してお使いできる材料構成です。

3.2 高付加価値フィルムアンテナの開発

多様化する用途に対応する為、高付加価値フィルムアンテナの開発に取り組んでおります。

当社では、独自の素子設計製品のラインナップが充実しており、WWAN, LTE, WiMAX, WLAN, Bluetooth, GPS, UWB, 地上波デジタルテレビに対応したフィルムアンテナ素子、一つの素子で多共振周波数を持つマルチバンドアンテナ (図4, 5)、相互干渉を受けにくい一体型のマルチポートアンテナを商品化しました²⁾。

また、お客様の給電方法にあわせ、RF同軸ケーブル接続 (図6)、給電部の金属板パッド構造 (図7)、給電点

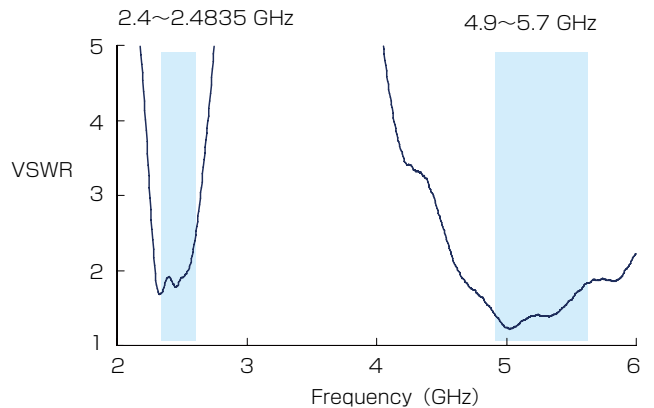


図5 マルチバンドアンテナのVSWR
Fig. 5. VSWR of Multi-Band Antenna

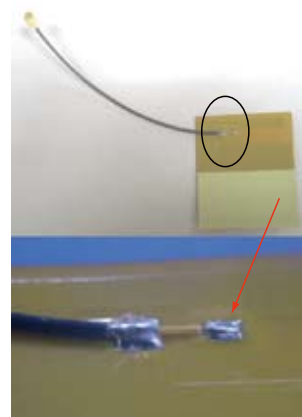


図6 RF同軸ケーブル接続
Fig. 6. RF Coax joint

のめっきなどの技術（図 8）を確立しています。アンテナの立体化の第一弾として、樹脂成型部品との貼りあわせ品（図 9）を商品化しました。さらにアンテナ素子そのものを立体形状にさせる技術開発を進めています。

4. 高速伝送ケーブル

4.1 高速伝送ケーブルの開発

クラウドコンピューティングや高解像度データの処理

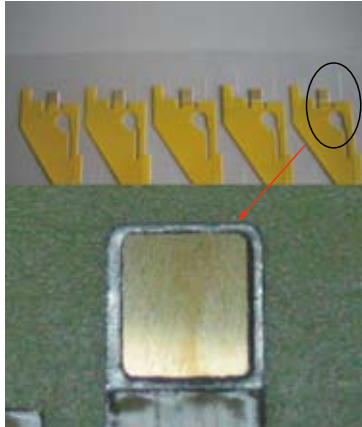


図7 給電部の金属板パッド構造
Fig. 7. Metal Pad of feeding point

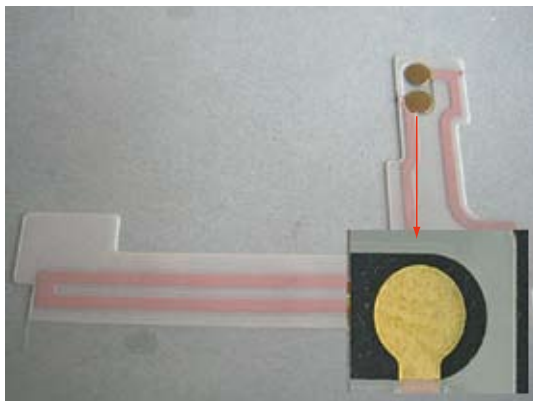


図8 給電点のめっき
Fig. 8. Plating of feeding point



図9 樹脂成型部品との貼りあわせによる立体化
Fig. 9. 3D type by putting film antenna on resin part

のためインタフェース部品に対し、高速伝送の必要性がますます高くなっています。当社は、ハイエンドサーバ用高速伝送ケーブル（図 10）で世界トップクラスの技術と実績があります。その技術を磨き次世代メタルケーブル開発で、メタルケーブルの限界に挑戦しています。

この高速伝送技術及びアセンブリ技術を展開し、USB 3.0 やHDMI等のコンシューマ向け規格に準拠したケーブルアセンブリを商品化しました。携帯性に優れた世界最小径のケーブルの開発、省エネルギー化にも取り組んでいます。

高速化と細径化の次世代商品として、アクティブイコライザを搭載したアクティブケーブルや長距離伝送に比べられる光ファイバとメタルケーブル技術を融合した複合ケーブルの開発にも取り組んでいます。



図10 高速伝送ケーブル
Fig. 10. High speed cable

4.2 USB 3.0 規格準拠アセンブリで世界初の認証取得（図 11）

USB 2.0 の 10 倍の 5 Gbps の伝送レートを実現する次世代の伝送規格である USB 3.0 規格に準拠したケーブルアセンブリをいち早く開発し^{3) 4)}、2011 年に USB-IF より世界初の USB 3.0 の認証を受けました。さらに、ケーブルの携帯性を高めるため、世界最小径 3.6 mm（表 2）のケーブルを開発しました（一般的にはケーブ



図11 USB3.0 ケーブルアセンブリ
Fig. 11. USB3.0 Cable Assembly

表2 USB3.0 ケーブルアセンブリ仕様
Table 2. USB3.0 Cable Assembly Specification

番号	項目		長尺タイプ	細径タイプ
1	Super Speedペア (5.0 Gps伝送)	導体	AWG 30 銀めっき軟銅線	AWG 34 銀めっき軟銅線
		誘電体	低密度ポリプロピレン	低密度ポリプロピレン
		シールド	金属箔シングルシールド	金属箔シングルシールド
		ドレイン	AWG 32	AWG 34
		構造	シールドペア	シールドペア
		差動インピーダンス	100 Ω	100 Ω
2	USB 2.0 ペア	導体	AWG 30	AWG 30
		絶縁体	低密度ポリプロピレン	低密度ポリプロピレン
		構造	ツイストペア	ツイストペア
		差動インピーダンス	90 Ω	90 Ω
3	電源・GND	導体	AWG 24	AWG 28
4	介在			
5	外部シールド	シールド	金属箔+編組ダブルシールド	金属箔+編組ダブルシールド
6	ジャケット	材質	ノンハロまたはPVC (選択可)	ノンハロまたはPVC (選択可)
		外径(公称)	4.6 mm	3.6 mm
7	最大ケーブル長		2.0 m	1.0 m
8	プラグ	A側 (ホスト側)	スタンダードA	スタンダードA
9		B側	スタンダードB	スタンダードB
10				マイクロB

ル外径は 5～6 mm)。導体サイズや信号ラインのペアケーブルを小さくしつつ、独自の絶縁材料や信号シールドの採用とケーブル集合技術により、できる限り信号品質を損なうことなくケーブル外径の小径化を実現しています。

当社では細径であっても広帯域にわたり低損失な商品を実現するため、独自開発の低損失シールドディフェレンシャルペアケーブルを信号ラインに採用し、さらにプラグ内の低損失化のために、端末アセンブリには伝送解析技術とインピーダンスマッチング加工技術を駆使したチューニングを行っています。信号ラインでは、導体に銀めっき軟銅線を、誘電体に低密度・低損失オレフィン系樹脂を用いることで、金属箔を使用したシールドペアケーブルは、2.5 GHz (5 Gbps) で 3 dB/m、第三高調波にあたる 7.5 GHz においても 6.25 dB/m の低損失を得ています。

ラインナップは、2 m までのロングタイプ、1 m まででケーブル径 3.6 mm の細径タイプがあり、いずれもスタンダードAプラグ、スタンダードBプラグ、マイクロBプラグのアセンブリに対応しています。

4. 3 世界最小径のインタフェースケーブルアセンブリの開発

ケーブル外径約 2.1 mm の世界最小径のインタフェイ



図12 細径ケーブルアセンブリ (HDMI)
Fig. 12. Small Dia. Cable Assembly (HDMI)

スケーブルアセンブリを開発しました。⁵⁾

据え置き型の機器間の固定配線はもとより、モバイルPC、スマートフォン、タブレット情報端末といった携帯性の高い端末機器から映像機器や外部データストレージへ接続するようなビジネスシーンやパーソナルユースにおいて、機器間ケーブルのスマート化を図りました。

小型化と持ち運び性を重視し、極細径のケーブルを採用した最低限必要な 20～50 cm 長さのポケットサイズのケーブルアセンブリに仕上げました。HDMI A-Dタイプ、A-Cタイプ(図12)、Displayport、USB 3.0 それぞれの規格に対応した製品やカスタマイズ製品に対応します。

5. む す び

機器内外のインタフェース部品(ケーブル、アセンブリ、アンテナ、コイル等)開発の中から、①極細同軸ケーブルアセンブリ、②フィルムアンテナ、③高速伝送ケーブルの新商品開発に絞って紹介しました。

今後も、軽薄短小、高速伝送化、エコ化を切り口に高付加価値商品のインタフェース部品を開発し続けることで、電子機器のインタフェース部品の発展に貢献したいと思います。

参 考 文 献

- 1) 「フィルムアンテナ」, フジクラ技報, 第117号, pp.57, 2009
- 2) 「各規格対応フィルムアンテナ」, フジクラ技報, 第119号, pp.51, 2010
- 3) 「USB3.0ケーブルアセンブリ」, フジクラ技報, 第116号, pp.53, 2009
- 4) 「USB3.0ケーブルアセンブリにて世界初の認証取得」, フジクラニュース, 第368号, 2012
- 5) 「世界最小径のインタフェースケーブルアセンブリ」, フジクラ技報, 第120号, pp.58, 2011