



# 高速伝送対応フレキシブルフラットケーブル

## Flexible Flat Cable for High-Speed Data Transmission

**福田 豊\***  
Yutaka Fukuda

**西川 信也**  
Shinya Nishikawa

**早味 宏**  
Hiroshi Hayami

**勝又 茂彰**  
Shigeaki Katsumata

**松田 龍男**  
Tatsuo Matsuda

フレキシブルフラットケーブルは電線ハーネスに比べて、省スペースで高密度の配線が可能であることから、電子機器の内部配線材として幅広く使用されている。近年、大量の信号を高速で処理する電子機器が増加しており、信号を低損失で高速に伝送できるフラットケーブルのニーズが高まっている。当社は標準的な高速伝送方式であるLVDSに対応する高速伝送フラットケーブルを上市しているが、さらなる高速伝送に対する市場ニーズに対応するフラットケーブルの開発に取り組み、低誘電損失のポリオレフィン系接着剤を適用することで伝送特性が大幅に向上したフラットケーブルを開発した。

Flexible flat cable is often used for internal wiring in the electronic device due to the advantage of its flat shape with high-density wiring compared with the wire harness. Increasing use of electronic equipment processing large volume of signals at high speed accelerates the demand for a flat cable that rapidly transmits signals with low loss. Sumitomo Electric Industries, Ltd. has already developed and manufactured flat cables suitable for high-speed data transmission using the LVDS technology. To meet the requirement for higher transmission performance, the company has succeeded in producing a new flat cable. This cable consists of polyolefin adhesive and shows excellent transmission property.

キーワード：フレキシブルフラットケーブル、高速伝送、接着剤、低誘電損失

### 1. 緒言

フレキシブルフラットケーブルは、スペースファクタに優れる配線材として、電子機器内の基板間の接続に広く使用されている。当社はこれまでにエレクトロニクス向け、カーエレクトロニクス向けの数多くのフラットケーブルを製品化しており、信号の高速伝送の市場ニーズに対しても、LVDS<sup>\*1</sup>方式に対応するフラットケーブルを開発し、製品化している。

しかし、高精細映像や動画データを扱う薄型テレビやゲーム機器等の技術開発に伴い、より高速かつ低損失で信号を伝送できるフレキシブルフラットケーブルのニーズが高まっている。

本報告では、このような高速伝送のニーズに対応する新規のフレキシブルフラットケーブルの開発について詳述する。

うにシールド層を設ける必要があり、当社では、**図2**に示した構造の高速伝送用のフラットケーブル (Type I) を製品化

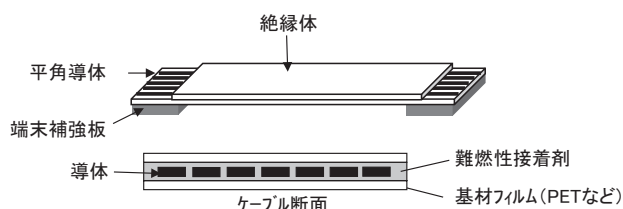


図1 フレキシブルフラットケーブルの構造

### 2. 高速伝送フレキシブルフラットケーブル

#### 2-1 フレキシブルフラットケーブルの構造

フレキシブルフラットケーブルは、**図1**のように、平行に並べた平角導体を上下2枚の絶縁体 (接着剤付きの基材フィルム) でラミネートした構造で、総厚が100~300 $\mu$ mと薄く、電線ハーネス<sup>\*2</sup>に比べて省スペースで高密度の配線ができるメリットがある。

上述のように、高速伝送に対するニーズが高まっているが、100Mbpsを超える伝送速度ではフラットケーブルの特性インピーダンス<sup>\*3</sup>を基板やコネクタのインピーダンスと整合させる必要がある。また、外来ノイズの影響を受けないよ

	Type I
UL AWM Style	20861 105°C/60V
フラットケーブル接着剤	ホリエステル系(難燃性)
ケーブル総厚	0.74mm
特性インピーダンス	90 $\pm$ 10 $\Omega$
シールド	アルミ/PETラミネートテープ <sup>°</sup>
ケーブル断面構造	

図2 高速伝送対応フレキシブルフラットケーブル

している。

Type Iのフラットケーブルは、絶縁体に難燃性のポリエステル系接着剤を用いたフラットケーブルと、それを取り囲むシールドテープから成り、さらにシールドテープとフラットケーブルの間に樹脂シート層(介在テープ)を設けて特性インピーダンスを調整したものである。

このケーブルは、フラットパネルディスプレイのデータ伝送インターフェースとして標準的なLVDS方式に対応可能である。

しかし、フラットディスプレイ関連のインターフェースは、図3のように更なる高速化を目指して、次々と新たな伝送方式が開発されていることから、このような高速化のニーズに対応するフラットケーブルを新規に開発することにした。

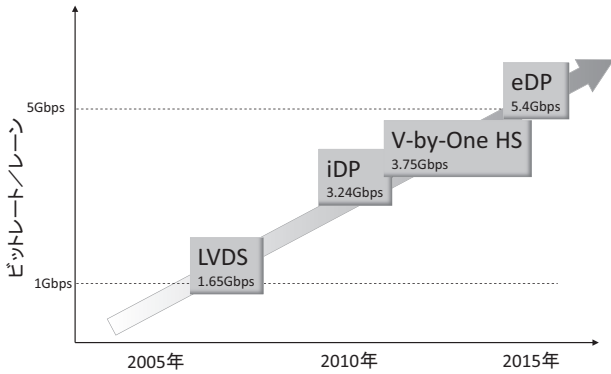


図3 インターフェースの高速化技術の動向

開発目標を表1に示す。特性インピーダンスや挿入損失などの伝送特性に加え、UL規格\*4を満足するための難燃性、耐熱性に関する項目もクリアすることを目標とした。

表1 開発目標

項目	目標性能
特性インピーダンス	100±10Ω
挿入損失	-25dB/m(7.5GHz)
導体接着力	10N/cm以上
難燃性	UL垂直燃焼試験(VW-1)合格
耐熱性	UL80°C定格耐熱試験合格

## 2-2 低誘電損失絶縁体の開発

ケーブルの伝送特性を向上させるためには、インピーダンスの整合とともに、伝送損失を低減させる必要がある。伝送

損失は、導体損失と誘電体損失の和で表され、導体損失、誘電体損失はいずれも導体を被覆する絶縁体の誘電率の平方根に比例するため、接着剤の誘電率を低くする必要がある。

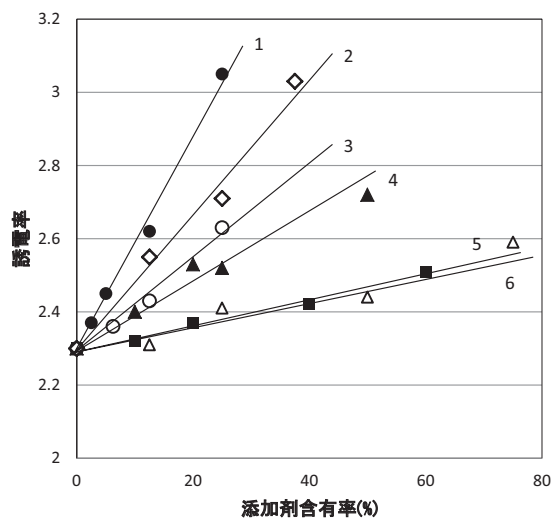
上述のように、一般的なフラットケーブルの絶縁体の接着剤には難燃性のポリエステル系接着剤が多用されている。これはポリエステル系接着剤がPET(ポリエチレンテレフタレート)フィルムや導体に対する接着性、柔軟性、ラミネート加工性に優れるからであるが、ポリエステル系接着剤の誘電率は3以上と高く、高速伝送用途には不利である。

表2には代表的な接着剤の誘電率を示した。これらの接着剤の中から、誘電率およびフラットケーブルの加工性を考慮し、ポリオレフィン系に着目し、接着剤の開発を進めた。

表2 代表的な接着剤の誘電率

接着剤	誘電率 1MHz
ポリエステル	3.1~4.0
ポリアミド	3.0~3.4
エポキシ樹脂	3.3~4.0
ポリウレタン	3.2~3.9
ポリオレフィン	
ポリエチレン	2.3~2.4
ポリプロピレン	2.2~2.3

一方、フラットケーブルの難燃性を満足させるには、PETフィルムが可燃性であるため、接着剤に難燃剤を添加する方法で絶縁体を難燃化させる必要がある。接着剤には必要に応じ



1. 酸化チタン、2. 窒素系難燃剤、3. 三酸化アンチモン、4. 金属水酸化物、5. リン系難燃剤、6. ハロゲン系難燃剤

図4 添加剤量と接着剤の誘電率

て、顔料や充填剤なども添加されるが、難燃剤や顔料を添加すると、接着剤の誘電率を高めてしまう場合が多い。図4はポリエチレン系接着剤について各種添加剤の誘電率に及ぼす影響を調べた結果である。

いずれの添加剤も添加量にほぼ比例して誘電率が上昇するが、特に酸化チタン（顔料）や三酸化アンチモン（難燃剤）は少量の添加でも誘電率が大きく上昇する。

また、難燃剤は種類によって上昇率が異なり、代表的なハロゲンフリー難燃剤である金属水酸化物や窒素系難燃剤では上昇率が大きい、リン系難燃剤やハロゲン系難燃剤は上昇率が比較的小さい。

そこで、ポリオレフィン系接着剤に添加する難燃剤、顔料、充填剤の種類と比率を最適化することで、誘電率が低く、かつ難燃性等のUL規格を満足する接着剤の開発を行った。

### 2-3 ケーブルの構造設計

#### (1) 高速伝送フレキシブルフラットケーブル (Type II)

Type I のポリエステル系接着剤をポリエチレン系接着剤としたものがType II (図5) である。シールド層は柔軟性を向上させるためType I のようにケーブル全体を覆うのではなく片面だけに設けた。これにより、シールド特性はやや低下するものの、ケーブルの総厚が薄くなることで柔軟性が向上した。

#### (2) 高速伝送フレキシブルフラットケーブル (Type III)

電子機器の小型化が進むにつれ機器内の温度が上昇するため、ケーブルにも高い耐熱性が要求されるようになると予想される。そこで、Type III (図5) として、ポリエチレン系接着剤と同等の誘電率で、耐熱性の高いポリオレフィン系の接着剤を開発した。Type III では接着剤厚みを変化させることで特性インピーダンスを調整し、介在テープを無くしたシンプルな構造とした。さらに、接着剤を多層化し厚さ方向の誘電率分布を最適化した。また、Type III もType II と同様に片面のみにシールド層を設けた構造とすることで柔軟性が向上した。

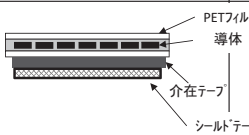
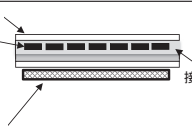
	Type II	Type III
ケーブル接着剤	ポリエチレン系難燃化接着剤	特殊ポリオレフィン系難燃化接着剤
ケーブル厚	0.35mm	0.26mm
構造		

図5 Type II およびType III の構造

### 2-4 開発品の特性

今回開発したフラットケーブルの伝送特性として、特性インピーダンス、挿入損失の周波数特性、アイパターンを測定

した。特性インピーダンスの結果を図6に、挿入損失を図7に、アイパターンを図8にそれぞれ示す。

Type II、Type III ともに特性インピーダンスは目標の100 ± 10Ωを満たし、挿入損失はType I より大きく改善した。

特にType III では高周波数側での挿入損失がさらに低減していることが確認できた。

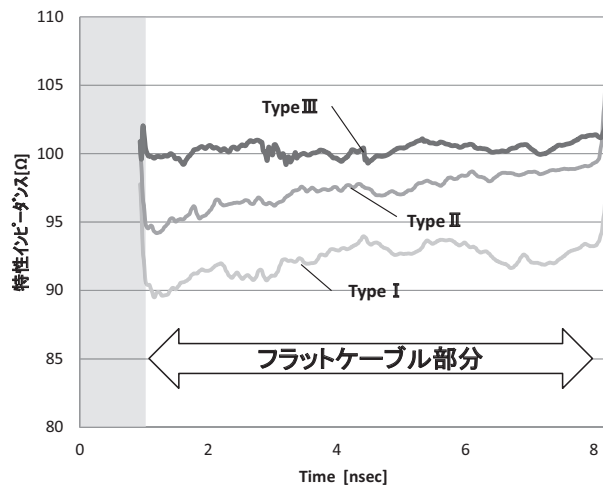


図6 特性インピーダンス

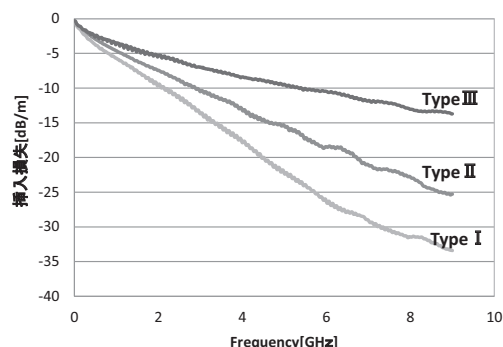
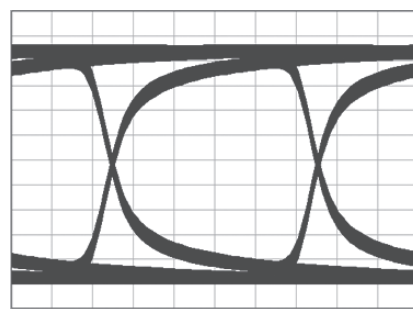


図7 挿入損失の周波数特性



3.75Gbps L=700mm

図8 Type III のアイパターン

今回開発した高速伝送フラットケーブルの特性を表3にまとめた。Type II、IIIともにUL80℃定格の認証を取得済みである。なお、Type IIIは更に高定格のUL105℃定格の認証も取得の見込みである。

表3 高速伝送フラットケーブルの特性

項目	Type II	Type III
特性インピーダンス	97±3Ω	99±3Ω
挿入損失	7.5GHz -21dB/m	-12dB/m
導体接着力	軟銅箔 (0.035mm厚) 13N/cm	17N/cm
難燃性	垂直燃焼試験 (UL1581VW-1) 合格	合格
耐熱性	113℃168時間後 柔軟性保持、剥がれなし 合格	合格

### 3. 結 言

信号伝送の高速化に対応する新たなフラットケーブルを開発した。従来に比べて低損失での伝送が可能な信頼性の高いフラットケーブルであり、エレクトロニクス分野で高い評価を頂いている。今後、高速伝送が要求されるカーエレクトロニクス機器での利用も期待される。

#### 用語集

##### ※1 LVDS

Low Voltage Differential Signaling: 差動シリアル伝送技術。

##### ※2 電線ハーネス

複数の電線を束ねた組み電線。

##### ※3 特性インピーダンス

分布定数回路において、伝播する電磁波の電圧と電流の比。

##### ※4 UL規格

Underwriters Laboratories Inc. (アメリカ保険業者安全試験所) が定める規格。

#### 参 考 文 献

- (1) 西城知幸、Design Wave Magazine、No.1 p24-34 (2009)
- (2) プラスチック・データブック、工業調査会 (1999)
- (3) プラスチック読本、プラスチックエージ (2009)
- (4) 安田武夫、プラスチックス、vol.52、No.5、P79-84

#### 執 筆 者

福田 豊\* : エネルギー・電子材料研究所 主幹



西川 信也 : エネルギー・電子材料研究所  
グループ長



早味 宏 : エネルギー・電子材料研究所 所長



勝又 茂彰 : 住友電工電子ワイヤー(株)



松田 龍男 : 住友電工電子ワイヤー(株) 部長



\*主執筆者