

Unbreakable Active Optical Cable (UB-AOC)

1. 概要

AOC (Active Optical Cable) は端末に光電変換素子を搭載しマルチモードファイバにて光信号の長距離高速伝送 (ex. 100m, 40Gbps) を実現する光ハーネスである。

近年、医療／産機分野では高速信号伝送路中の電気ノイズ抑制を目的に、メタル線から光ファイバを用いた AOC への置き換えが注目されている。しかしながら用途によっては電源供給等に依然としてメタル線が必要となるためメタル線と光ファイバを複合した AOC が必須である。また同分野では機器の小型化や可動部の増加に伴い、配線材に対して非常に高い機械信頼性の要求がされることが増えてきたが、光ファイバとメタル線の機械信頼性の差が問題となっていた。

本報では、光ファイバと比較して機械信頼性の低いメタル線を、当社技術である TCC (Thick Copper Covered) ワイヤーに専用の樹脂被覆を施し AOC に採用可能な機械信頼性の高いメタル線を開発したため、この Unbreakable Active Optical Cable (UB-AOC) について紹介する。

2. 背景

AOC は大きく分けて、機器と機器を接続する外部ハーネスと機器内部にてモジュール間を接続する内部ハーネスの 2 種に分類することができる。

AOC 外部ハーネスは、PC 性能の向上に伴い高解像度の映像伝送を実現するプロトコル (DisplayPort, HDMI 等) が広く普及した背景もあり、高速伝送技術が求められる。また PC 周辺にてエンドユーザが手に取り挿抜をすることから、丈夫かつ柔軟性が要求される。

一方、AOC 内部ハーネスは高速伝送技術は勿論のこと、ハーネス全体が機器内部に収納されることから、機器サイズに合わせたハーネスサイズの小型化と特に可動部での機械信頼性 (ex. 屈曲／捻回／摺動) が強く求められる。現状にて電源線として汎用的に使用されている銅材を用いた絶縁線や FPC (Flexible Printed Circuit) 等はサイズは小さいものの条件の厳しい繰り返しの屈曲や摺動動作にて銅材そのものが疲労破壊してしまうこともあり、多くの可動部を持ち、機器内スペースが限られた製品への適用が難しいという課題があった。

3. 特徴

3-1 電源線

UB-AOC における電源線は銅材に対し高強度である銅材

を芯線とした銅と銅で構成される複合材料である TCC を素線として採用している (図 1)。電源線用途として導電率は 20~60% IACS の範囲で調整しており、また線径は機械信頼性確保を目的に撚り線加工を採用する。用途に応じて導電率及び線径のカスタム対応が可能となっている。

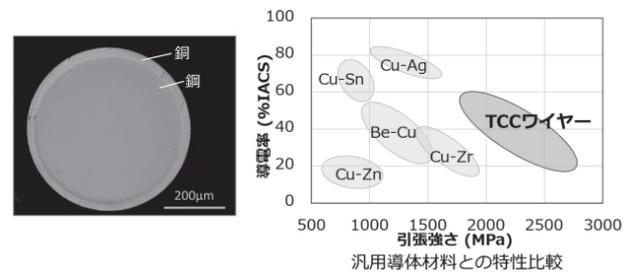


図 1 TCC 構造と特性⁽¹⁾

電源用途の配線材は絶縁性を持つ被覆材が必要となる。絶縁性の確保と機械信頼性の確保は被覆の厚みと被覆樹脂の物性によるトレードオフとなるが、UB-AOC は当社被覆加工技術をもとに例えば図 2 (a) のような単一構造とし機器内構造に合わせた被覆材料の適用と外径の調整を可能としている。

3-2 信号線

システム内で電源供給と同時に高速信号伝送を光ファイバで行う場合、光ファイバ信号線の外径は UB-AOC に含まれる電源線と一致させ使用することで、特に可動部での外力を均等に受けることができ、結果的に機械信頼性は向上させることができる。UB-AOC における信号線としての光ファイバは例えば図 2 (b) のような被覆ありの単一構造で構成する。

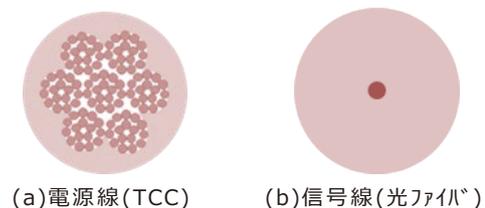


図 2 UB-AOC における電源線・信号線構造

3-3 多芯集合構造

接続先のハードウェア設計に応じて UB-AOC における電源線と光ファイバの芯数は図 2 の単一構造を積み上げる形

での増減が柔軟に対応できるものとなっており、例えば電源線と GND 線が各 2 芯、高速信号線として光ファイバが 4 芯必要な場合は、**図3**のようなフラット一括構造とすることができ



図3 UB-AOCにおける多芯集合構造

3-4 機械信頼性

医療／産機分野の機器可動部内においては屈曲・捻回や摺動等の様々な外力を受ける。このことからハーネスの製品寿命を判断する重要な指標として**図4**のような特に厳しい摺動試験を実施し UB-AOC の機械特性を評価した。

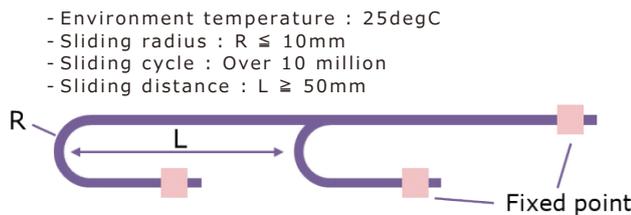


図4 摺動試験概要

試験サンプルの両端は2枚の平板に固定され、曲げ部は外側Rを10mm以下、その状態で左右にスライドをさせる内容としている。移動距離は50mm以上と設定し1000万回以上の摺動動作をさせTCC及び光ファイバの断線有無を確認した。

表1に本試験で評価を行ったUB-AOCサンプル（TCC電源線と光ファイバ信号線）と比較材とした汎用サンプル（軟銅線を用いた絶縁線と敷設用光ファイバコード）の仕様を示す。

表1 摺動試験用サンプル仕様

電源線	UB-AOC/TCC	絶縁線(軟銅線)
素線径[mm]	0.05	0.10
被覆外径[mm]	1.50	0.65
信号線	UB-AOC/光ファイバ	光ファイバコード
ファイバ径[mm]	0.25	0.25
被覆外径[mm]	1.50	1.70

図5に1000万回試験後のサンプル状態を示す。比較材とした絶縁線は5.2万回の摺動動作にて完全断線したのに対し、UB-AOC/TCCは1000万回で素線を含め断線はなく電源線として利用する上で重要な抵抗値も変化はみられなかった。また光ファイバについても同様にUB-AOC／光ファイバは1000万回で被覆表面に100um程度の摩耗が生じるもののファイバ自体には破断はなく問題なしの結果となったが、汎用的な光ファイバコードは400万回での断線を確認した。

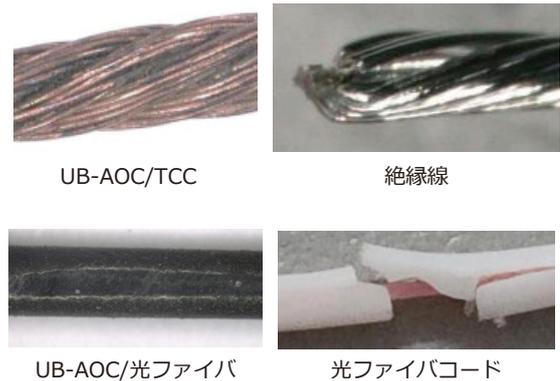


図5 1000万回試験後のサンプル

4. 結 言

本稿ではメタル線と光ファイバ複合のAOC向け線材であるUB-AOCについての構造紹介と芯材技術及び被覆加工技術による高耐摺動性となる機械信頼性の一例を示した。医療／産機分野のみならず多岐の分野にてロボティクス化が広がる昨今、機器の小型化と合わせて可動部の増加のトレンドがあり狭い機器内への高い機械信頼性を持つ配線材の適用が強く期待されている。

本製品を通じてロボティクス化の進んだ社会全体の信頼性確保に貢献できれば幸いである。

- ・ Unbreakable Active Optical Cable (UB-AOC) は、住友電気工業(株)の商標です。
- ・ TCCは、住友電気工業(株)の商標又は登録商標です。
- ・ DisplayPortは、Video Electronics Standards Associationの米国その他の国における商標または登録商標です。
- ・ HDMIは、HDMI Licensing Administrator, Inc.の登録商標です。

参 考 文 献

- (1) 松岡 健太、星間 昭人、佐藤 大五、「厚銅被覆鋼線による高強度電線」、住友電工テクニカルレビュー第198号、p51-55 (2021)