

ウエアラブルデバイス向け 伸縮フレキシブル基板

岩崎 とも子

電子機器の高機能化、小型化が進む中、クラウドデータやデータ解析技術を活かしたウエアラブルデバイスサービスが実現し、多種多様なウエアラブル機器が開発されている。その中で、OKI電線(以下、当社)は体周りの配線など、新たな要求を満足させる、伸縮フレキシブル基板を開発中であり、以下に紹介する。

フレキシブル基板とは

フレキシブル基板は、薄く柔軟性のあるポリイミドフィルム上に銅箔 (はく) で回路形成したプリント基板である。一般的なリジッド基板は厚み1.6mm程度のガラスエポキシ樹脂を基材として銅箔で回路形成しているが、フレキシブル基板は、リジッド基板と比較し、厚さはおよそ1/10以下と軽薄性に優れ、小型電子機器内の配線材として広く用いられている (写真1)。



写真1 フレキシブル基板の例

フレキシブル基板は、前述の軽薄性に加え、柔軟性に優れるため、曲げることで立体配線が可能となる。そのため、スペースに余裕のない筐体(きょうたい)内部でも配線が可能である。加えて、スライド屈曲などの可動配線も可能であり、ケーブルでは対応が困難だった狭小部への可動配線を実現する(写真2)。



写真2 フレキシブル基板とケーブルの比較

ウエアラブルデバイスの動向と配線材への要求

ウエアラブルデバイスとは、腕や胸部などの人体に装着して利用するICT端末の総称である。ウエアラブルデバイスを通して収集したデータを分析することでさまざまな分野・対象に対して多彩なサービスが検討され、実際に、健康管理、スポーツ、医療などの分野で先進的な製品、サービスが登場しはじめている。これは近年、①半導体技術の進展によるデバイスの小型、軽量化、②スマートフォンの普及によるデバイスとの無線通信の簡便化、③クラウドデータサービスの普及、の三つの背景からウエアラブルデバイスサービスの市場規模が増加しているためである。

写真3は胸部に装着するウエアラブルデバイスである。胸部に装着した端末が、衣服の下に配線されたセンサーを通して得た生体データを集約し、無線通信を介してタブレットなどの端末へ送信、解析結果が表示される。人体へ沿わせる配線材は装着した際の柔らかさや、人の動きへの高追従性など、従来の配線材とは異なる新たな特性が求められる。当社はこのようなウエアラブルデバイス用配線材への要求に応える手段の一つとして、伸縮フレキシブル基板を開発している。



写真3 胸部に装着されたウェアラブルデバイスの例 ウェアラブル EIT:装着型肺密度検査装置 (POSH WELLNESS LABORATORY 株式会社)

伸縮フレキシブル基板

伸縮フレキシブル基板は、基板自体が伸縮するため複雑な動作へ追従可能なフレキシブル基板である(**写真4**)。

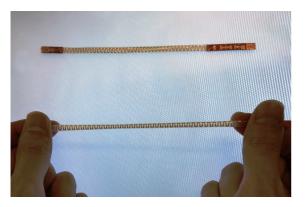


写真4 伸縮フレキシブル基板

伸縮性を実現するために、従来のフレキシブル基板とは異なった材料を用いている。従来のフレキシブル基板は、絶縁体としてポリイミドフィルム、導体として銅箔で構成されるため、伸縮性を持たない(図1)。

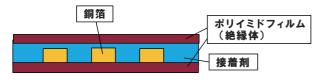


図1 従来のフレキシブル基板の構成

対して、伸縮フレキシブル基板は、絶縁体としてゴムのように伸縮可能な基材、導体として銅箔若しくは、導電ペーストで構成されている(図2)。

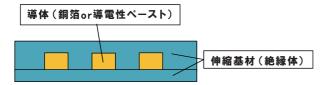


図2 伸縮フレキシブル基板の構成

伸縮フレキシブル基板の導体

前述したとおり、伸縮フレキシブル基板は、導体として、 銅箔若しくは、導電ペーストを用いている。それぞれの特 徴を紹介する。

(1) 銅箔

銅箔は、自身に伸縮性がないため、ミアンダパターンを 採用することで、伸縮性を持たせている。

図3に伸縮時のミアンダパターンを示す。図左が伸縮前、 図右が伸縮後である。基材に合わせてミアンダパターン の間隔が広がることで、基材の伸縮に追従している。

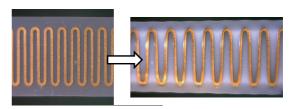


図3 伸縮時のミアンダパターン

また、銅箔を用いているため、部品実装に非伸縮部を 設ければ、その部分には従来のフレキシブル基板同様に 実装が可能である(**写真5**)。



写真 5 部品実装例

(2) 導電ペースト

導電ペーストは、自身に伸縮性を持つ伸縮性導電ペーストを用いている。これは、銀フィラー(充填剤)などの導電性粒子と、伸縮性のあるバインダー(接合剤)樹脂からなる。そのため、銅箔のようにミアンダパターンを形成させる必要がなく、従来のフレキシブル基板同様に配線可能である。また、基板全てが伸縮材料で構成されるため、全方向への伸縮が可能になる(**写真6**)。

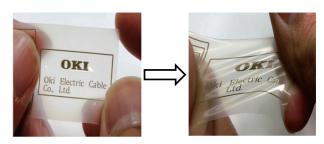


写真6 全方向への伸縮例

伸縮フレキシブル基板の特性

伸縮フレキシブル基板の伸張性、伸縮性及びそのほか の特性を紹介する。

(1) 伸張性と伸縮性

伸縮フレキシブル基板を一方向へ伸張させた際の抵抗変化を図4に示す。

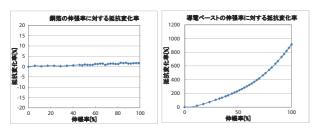


図4 銅箔と導電ペーストの伸張性

銅箔は伸張率が増加しても導体の抵抗変化が少ない傾向にある。対して導電ペーストは伸張率の増加に伴い抵抗変化が大幅に上昇する。

図5は伸縮フレキシブル基板を一方向へ繰り返し伸縮 させた際の抵抗変化を示す。伸縮率は10%とした。

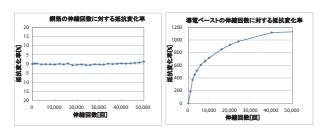


図5 銅箔と導電ペーストの繰り返し伸縮性

銅箔は伸縮回数が増加しても導体の抵抗変化は小さい傾向にある。対して導電ペーストは伸縮回数の増加に伴い抵抗値が上昇している。

上記のように導体によって伸張性、伸縮性は異なる。

銅箔はミアンダパターンが必要であるが、一方向の伸張性、伸縮性に優れる。導電ペーストは抵抗変化が大きいが、ミアンダパターンが不要で、全方向への伸縮が可能である。銅箔はウエアラブル機器内配線及び周辺の回路用、導電ペーストはより高い追従性が求められる人体末端部のセンサー用、といったウエアラブルデバイス配線の要求に応じて使い分けることが考えられる。

(2) そのほかの特性

伸縮フレキシブル基板 (銅箔) の縁抵抗、耐電圧、半田 耐熱の特性を表1に示す。

表 1 伸縮フレキシブル基板の特性(銅箔)

評価試験		定常状態		125℃ 500H後	
絶縁抵抗	DC500V 1min 印加	0	≧10 ⁷ MΩ	0	$\geq 10^7 M \Omega$
耐電圧	AC500V 1min 印加	0	フラッシュ オーバーなし	0	フラッシュ オーバーなし
半田耐熱	288°C 10s 5回	0	膨れ等の外観 異常なし		

従来のフレキシブル基板とは異なった材料を用いているが、絶縁抵抗、耐電圧、半田耐熱はいずれも従来のフレキシブル基板と同様に特性を満足した。また、125℃500Hの高温環境下でも特性の劣化は見られなかった。そのほかの環境下(恒温恒湿、温度サイクルなど)の特性や、導電ペーストも同様に確認する予定である。

伸縮フレキシブル基板の今後の展開

今後の展開として、当社の独自技術である長尺化技術 と銅箔導体の伸縮フレキシブル基板を組み合わせた長尺 伸縮フレキシブル基板がある。

通常のフレキシブル基板の製品長は、最大500mm程度であるが、当社では最大100mの長尺化が可能であり、 半導体製造装置を始めとした各種産業用機器や医療機器など、さまざまな用途で採用されている。

ウエアラブルデバイスにも長尺化への要求がある。胴周りや、両腕の指先から指先までの長さを配線するためには、通常の伸縮フレキシブル基板の場合、複数枚でつなぐ必要がある。しかし、この場合は、接続部が多いため、重量増や可動域の制限が生じる。それに対し、長尺の伸縮フレキシブル基板は、1枚で配線が可能であるため、これらの問題を解決できる。長尺伸縮フレキシブル基板の試作品を写真7に示す。

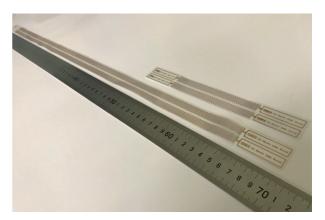


写真7 長尺伸縮フレキシブル基板の例

おわりに

当社では、ウエアラブルデバイス市場をはじめとする電子機器市場で、新たに生まれるさまざまな要求を満足する製品を開発し、今後も社会に貢献する。 ◆◆

参考文献

1) 総務省 政策白書28年度版 情報通信白書 第3章 第1節 4. ウエアラブルデバイス

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nc131410.html

●筆者紹介

岩崎とも子: Tomoko lwasaki. 沖電線株式会社 FPC事業部

【基本用語解説】

ポリイミド

エンジニアリングプラスチックの一種。剛直で強固な分子構造をもち、高分子中で最高レベルの熱的、機械的、化学的性質を備える。フレキシブル基板の絶縁基材として広く使われている。

ICT (Information and Communication Technology) 情報通信に関する技術の総称。

ウエアラブルEIT

(EIT=Electrical Impedance Tomography)

胸部に巻きつけて人体の電気インピーダンスの変化を 画像化し、肺の病態や異常を簡易的に解析する医療機器。

ミアンダパターン (meander pattern)

プリント基板上に意図的に設計したミアンダ (蛇行) 形状の導体パターン。

パターン配線長をそろえ、信号の遅延時間を合わせるための等長配線設計に多く使用されるパターンの呼び名。