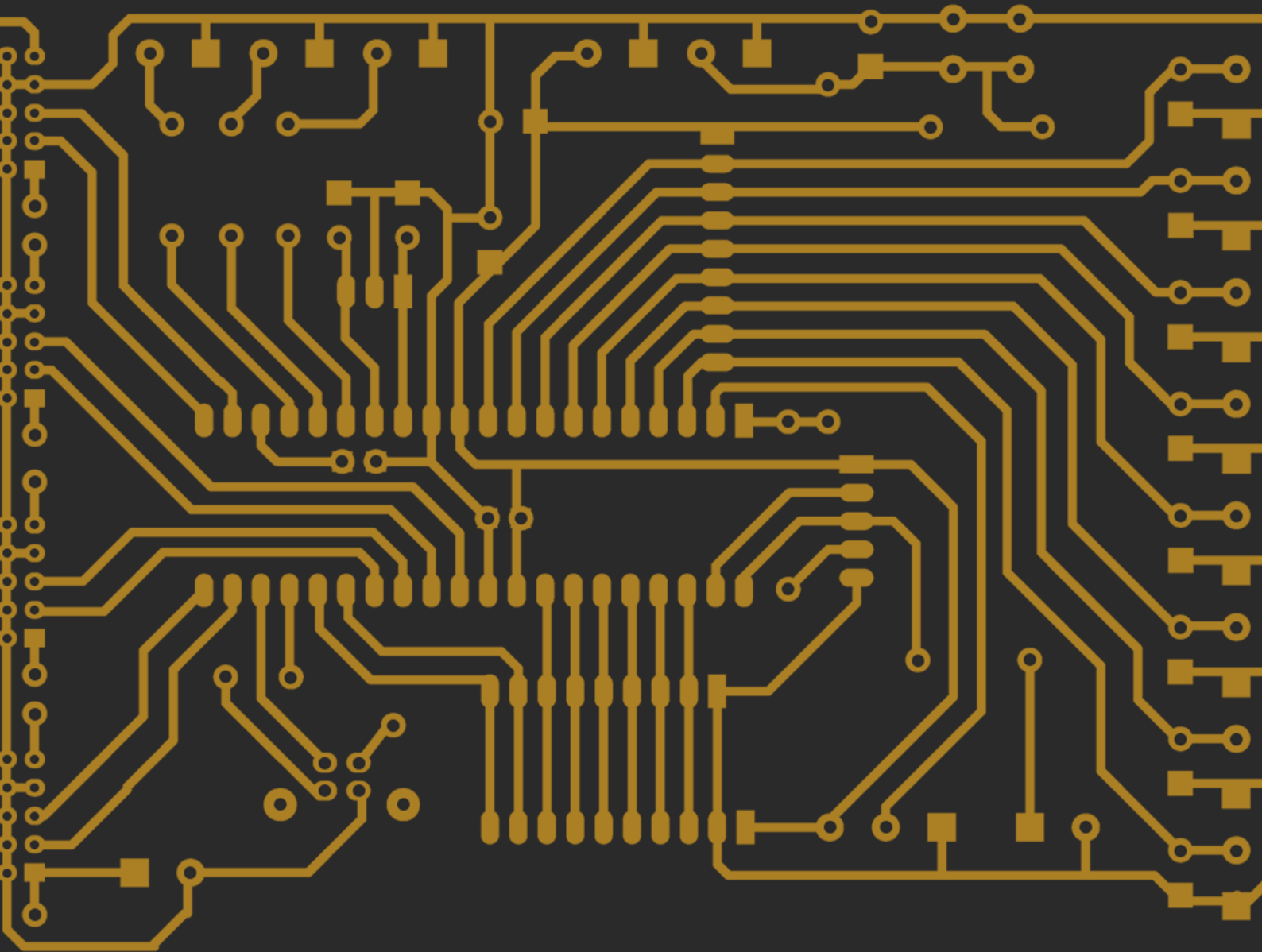


Altium[®]

ウェアラブル機器の課題に対応する



Mark Forbes

Director of Marketing Content

ウェアラブル機器の課題に対応する

ウェアラブル電子機器には「大ヒット商品」となる資格があることに、疑問の余地はありません。ウェアラブル機器の市場は2016年は300億ドルであると予測されており、2026年には1,500億ドルまで成長するでしょう[1]。リジッドフレキシブル基板の技術が無いと、これらの機器のほとんどは、まったく設計できません。つまり、エンジニアやPCB設計者は、ウェアラブルと「折り畳み型」の世界で設計、テスト、製造の専門家になる必要があります。

最も身近な製品は、おそらくスマートフォンとリンクしているスマートウォッチや、同じく手首に着用するフィットネストラッカーでしょう。しかし、これらの民生品の他に、ウェアラブル機器は、医療機器や軍事用途に大いに進出しています。今では、リジッドPCBを組み込むことがほとんど不可能なスマート衣服も現れつつあります。このホワイトペーパーでは、ウェアラブル機器のユニークな点は何か、また、フレキシブルやリジッドフレキシブル基板の設計に何が重要かについて考察します。

機能が複雑になるとPCBも複雑になる

ウェアラブル機器は、小さくて、着ている人の注意をほとんど引かない必要があるのは、言うまでもありません。医療用ウェアラブル機器の場合、ユーザーは普通、他の人の注意も引きたくないと思います。少し前まで、「ウェアラブル医療機器」はかなり大きく、多くの場合、ベルトマウントやショルダーストラップを必要としていました。

今日、ウェアラブル機器は、さまざまな場所にあり、腕時計タイプのフィットネストラッカーが、主要ウェアラブル製品の1つになっています。これらの機器は、センサーを使用して、複数のパラメーターを監視し、フィットネス関連のパラメーターを計算しています。しかし、それらは、このように高度化されている一方で非常に小さく、フレキシブル基板の技術が必要とします。スマートウォッチには、設計スペースがもう少しありますが、機能が複雑になるにつれて、このスペースもすぐに使い果たしてしまいます。

ウェアラブル医療機器は、体の特定の部分をモニターするために着用する、小さく目立たない「パッチ」へと進化しました。それらは、完全に自立型であり、図1に示すように、小さな場所に電極、接着剤、充電電池、知能を備えています。



図1: ウェアラブル医療機器は、絆創膏ほどのサイズに進化しながら、多くの知能とメモリーを組み込んでいる。このような機器は、3Dリジッドフレキシブル基板をかなり使用している。写真提供 MC10, Inc.

リジッドフレキシブル基板の設計

何らかの方法で人体に取り付けるウェアラブル機器は、フレキシブル回路および非常に高密度のレイアウトを要求します。それだけでなく、多くの場合、基板の形は円形や楕円形であり、さらに変わった形の場合さえあります。設計者の観点から、これらのプロジェクトには、巧みな配置と配線が必要です。このように小さく高密度の基板では、リジッドフレキシブル設計に最適化されたPCBツールを使えば、変わった形状を非常に簡単に扱うことができます。

今日設計されるPCBの大半は、基本的に、回路を接続するためのリジッド基板です。しかし、PCB設計者にとって、ウェアラブル機器には、リジッド基板にはない問題点がいくつかあります。以下に、それらの問題の一部、およびその問題を軽減するために設計者に何ができるかを示します。

ウェアラブル機器の課題に対応する

三次元設計

リジッドフレキシブル設計の主な利点の1つは、三次元空間内に電子回路が収まるよう、フレキシブル回路を折り曲げることができる点です。フレキシブル回路では、パッケージに合うように、アセンブリ全体を曲げたり折ったりできます。図2は、代表的なリジッドフレキシブル製品を示しています。3枚のリジッド基板が、フレキシブル回路で接続されています。また、リジッドPCBが製品パッケージに収まり、占有スペースが最小限になるように、フレキシブル回路を曲げています。

リジッドフレキシブル設計には、リジッド基板の接続よりも多くの課題があります。接続ポイントにストレスをかけずに、基板が意図された場所に並ぶよう、湾曲部を精密に設計する必要があります。実際、最近まで、エンジニアは、PCBアセンブリをシミュレーションするために、「紙人形」モデルを使用していました。今では、リジッドフレキシブルアセンブリを3Dモデル化する設計ツールを利用でき、図3に示すように、より迅速な設計とはるかに高い精度が可能になっています。

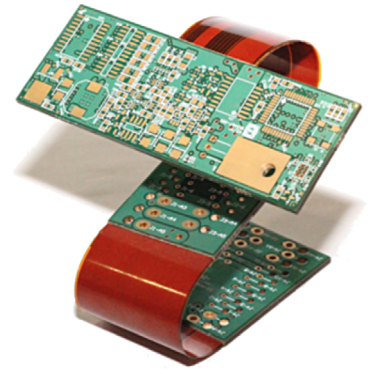


図2: 通常、リジッドフレキシブルでは、コンポーネントを搭載したリジッド基板同士が、フレキシブル回路によって接続されている。フレキシブル回路を使用すると、製品筐体に収まるようアセンブリを曲げることができる

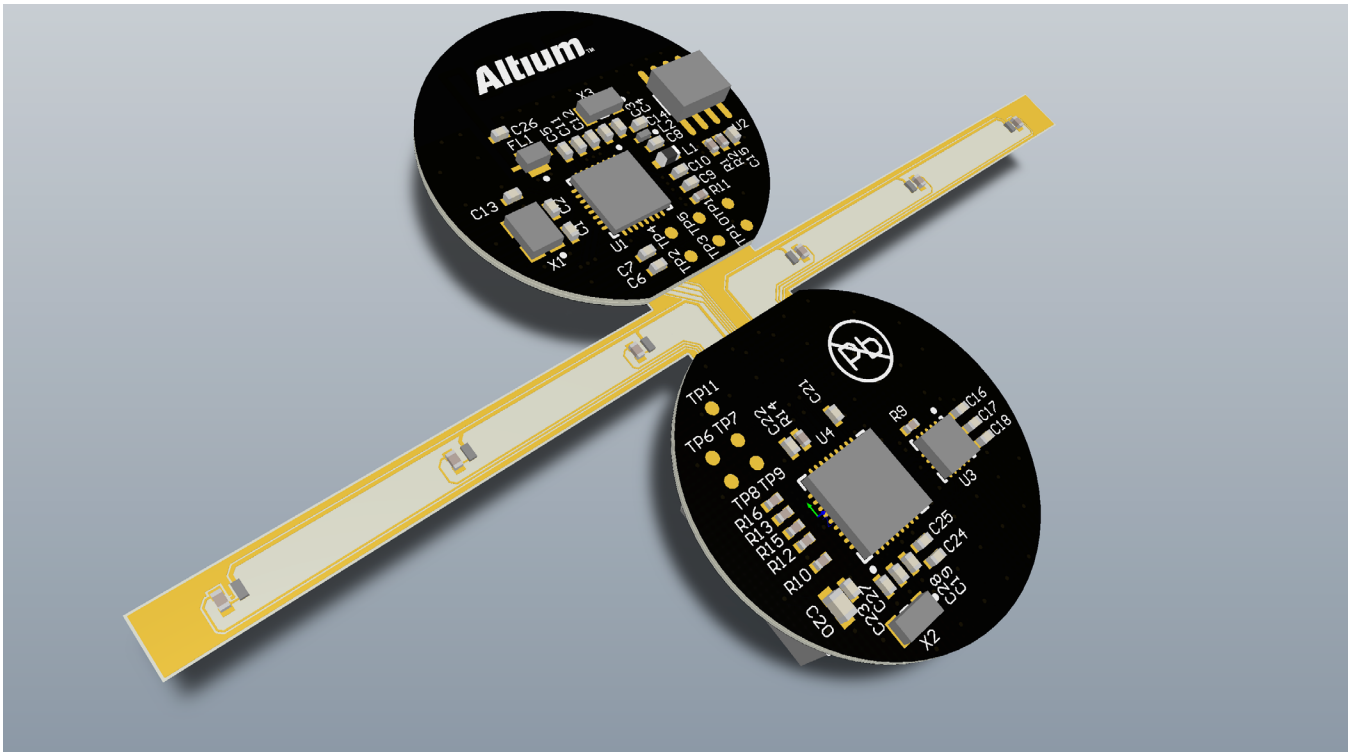


図3: 3Dモデリング機能を備えたPCB設計ソフトウェアでは、PCBアセンブリがどのように収まるかを設計者が正確に確認できる。

ウェアラブル機器の課題に対応する

リジッドからフレキシブルへのスタックアップ設計

PCBスタックアップは、プリント回路基板の複数の層をマッピングしたものです。スタックアップは、どのPCB設計にも重要ですが、リジッドフレキシブル技術を用いた設計では、さらに重要になります。リジッドフレキシブルに最適なPCB設計ツールでは、最終製品がそであるように、アセンブリのリジッド部分とフレキシブル部分を統合してスタックアップを設計できます。フレキシブル回路では、トレースとパッドにかかるストレスを最小限に抑えるよう、曲げ領域を設計する必要があります。

リジッド基板が左右にあり、フレキシブル部分がある間に、フルスタックアップを図4に示します。層の数およびこれらの層に使用される材料の数によって、設計の複雑さが増します。そのため、フレキシブルリジッドアセンブリ全体を扱えるPCBソフトウェアで、慎重にスタックアップを設計することが、非常に重要になります。

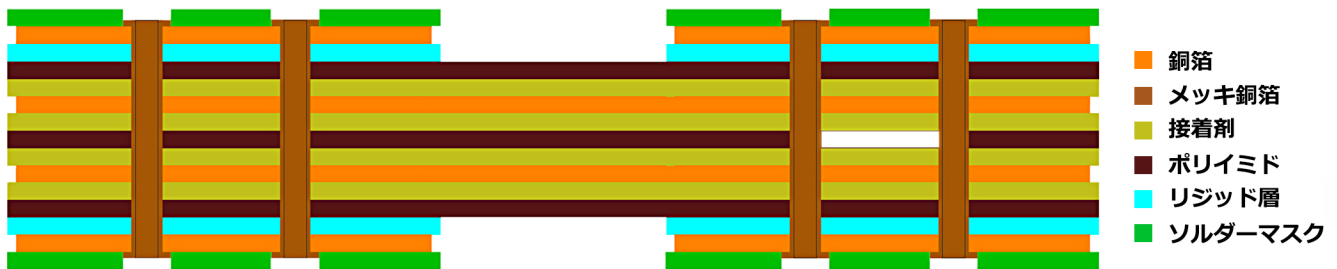


図4: PCB設計ソフトウェアは、アセンブリ全体を扱える必要がある。
この場合、リジッド基板が両端にあり、2層のフレキシブル回路で接続されている

フレキシブル回路の折り曲げ部の取り扱い

製品筐体に収まるように、リジッドフレキシブル基板の最終アセンブリを形成できるのが、フレキシブル回路の主な利点です。もちろん、それによって、リジッドPCBでは遭遇しない複数の問題が発生します。フレキシブル回路を曲げると、リジッド基板では発生しないストレスが生まれるからです。

次のリジッドフレキシブル設計プロジェクトで採用すべきヒントを4つ挙げます。

- 1. トレース信頼性を向上させる:** フレキシブル回路は湾曲しているため、リジッド基板よりも、銅が層間剥離する可能性が高くなります。基板への銅の密着性も、FR4 PCB未満です。ほとんどの基板製造業者は、SMT実装パッドにスルーホールめっきとアンカースタブを使用し、カバーレイ開口部をできるだけ小さくすることを推奨しています。
- 2. トレースとビアをティアドロップで強化する:** 調整されていない基板は、曲げると層間剥離や製品不良の原因となる場合があります。しかし、トレースやビアを強化して、層間剥離を防ぐことができます。円形パッドの代わりにティアドロップパッド（図5）を使用します。ティアドロップにすると材料が追加され、パッドを強化して層間剥離を予防します。また、ティアドロップを使用すると、穴開けの許容範囲が大きくなり、製造での歩留まりが改善されます。
- 3. 両面フレキシブル回路でトレースをオフセットする:** 両面フレキシブル回路でトレースを重ねて並べると、特に湾曲部で、張力の配分の問題が起こる場合があります。ストレスを均等に柔軟性を高めるには、両面フレキシブル回路でトレースをオフセットします。

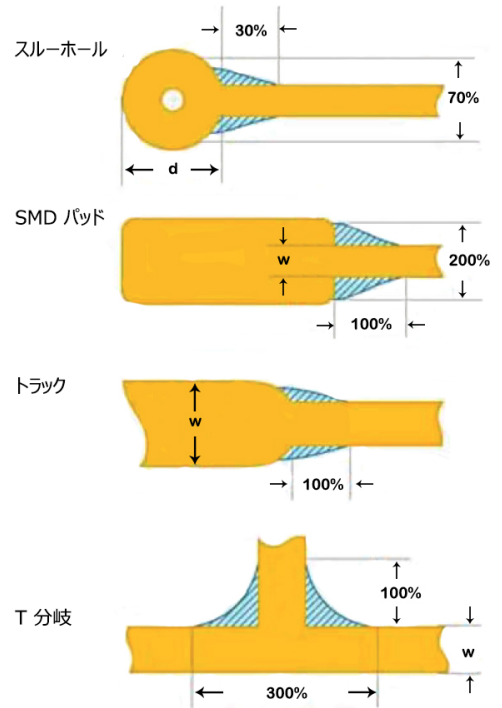


図5: ティアドロップがトレースの強度を高め歩留まりを改善する

ウェアラブル機器の課題に対応する

4. トレースで直角を避ける: トレースの角は、直線経路よりも曲げ応力が大きくなりがちです。時間とともに、角が層間剥離し、製品不良の原因となる場合があります。直線経路を使用して、層間剥離の問題を回避してください。トレースの方向を変える必要がある場合、90°に近いものは使用せず、曲線または区分線形曲線を使用します。

製造

複数の製造業者を適任とすることは、ほとんどの企業の要件ですが、リジッドフレキシブル製造業者を適任とするのは、標準のリジッドPCB製造工場より少し困難です。製造業者の評価という下調べを済ませ、設計に期待することを明確に伝えることが、リジッドフレキシブルアセンブリが適切に製造されるための鍵になります。

製造にアプローチする最適な方法は、設計の最初から製造を考慮に入れることです。そうすれば、製造業者と連絡を取って、設計の間ずっと、設計が製造要件と一致するようにできます。使用する製造性考慮設計 (DFM) や設計ルールチェック (DRC) プロセスに対して、製造要件を設計に組み込むこともできます。最も重要なのは、製造業者とのコミュニケーションに、IPC-2223などの設計基準を利用することです。

完成した設計データパッケージは、製造業者にハンドオフするために、アセンブルする必要があります。リジッド基板には、ガーバーフォーマットが有効ですが、リジッドフレキシブルアセンブリは非常に複雑なので、PCBソフトウェアツールベンダーも製造業者も、インテリジェントなデータ交換形式の使用を推奨しています。一般的な2つのインテリジェント形式は、ODB++ (バージョン7以降) およびIPC-2581です。レイヤー要件を明確に指定できるためです。

リジッドフレキシブルの専門家になる

ウェアラブル機器は、人体に着用または装着されたままで曲がる、伸びる、動くといった、従来のPCBが提供できない機能を必要とします。ほとんどまたは全てのコンポーネントを含むリジッドPCBを組み合わせ、それを体の動きに合わせて曲がるフレキシブル回路と結びつけて、折り畳める3Dアセンブリを設計できます。

フレキシブル回路の設計では、リジッド基板には起こらない問題が発生します。最も重要なのはスタックアップ設計です。機能のためにも長期信頼性のためにも、スタックアップ設計が適切でなければなりません。曲げによって、銅にかかるストレスが増えるので、密着するようトレースやパッドを補強する技術を使用する必要があります。最後に、より熱心に関心のあるリジッドフレキシブル製造業者を見つけ連絡を取る必要があります。

Altium Designer®は、リジッドフレキシブル設計を扱う最も包括的なツール群を提供します。スタックアップを完全にマッピングし、3Dでモデル化することができます。ティアドロップおよび信頼性向上技術を簡単に素早く使えます。さらに、製造出力データをフォーマットするためにODB++またはIPC-2581を選択し、完全なコミュニケーションを実現できます。

参考文献

[1] [Wearable Technology 2016-2026; James Hayward, Dr. Guillaume Chansin, Harry Zervos; IDTechEx.](#)

[レイヤースタック管理の詳細は、こちらをご覧ください](#)

[独自の3D編集の詳細は、こちらをご覧ください](#)

[試作前にリジッドフレキシブル回路の設計を可視化](#)