印刷講座（第4講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **94**〔5〕，140-146（2021）

厚膜印刷技術によるウエラブルエレクトロニクス用フレキシブル回路の製作

沼倉研史*,†

*DKNリサーチ　*62 Adams Street, Haverhill, Massachusetts 01830-6862 U.S.A.*
† Corresponding Author, E-mail: dnumakura@dknresearch.com

（2020年12月27日受付，2021年2月16日受理）

要　　旨

ウエラブルエレクトロニクスの発展にともない，フレキシブル回路の重要性が高まってきている。ここでは，厚膜印刷技術が重要になってくる。本稿では，従来のフォトリソグラフィ／エッチングプロセスと比較しながら，厚膜印刷技術の長所，短所の評価を試みた。厚膜印刷プロセスは，さまざまな機能材料を加工することができ，新しい機能回路を創造することができる。具体的なサンプルを取り上げて，フレキシブルデバイスのメカニズムと加工プロセスを紹介する。

キーワード：フレキシブル，厚膜印刷，ウエラブル，メディカル，ヘルスケア，インク材料，機能材料，アディティブプロセス，導電性，マイグレーション

1. はじめに

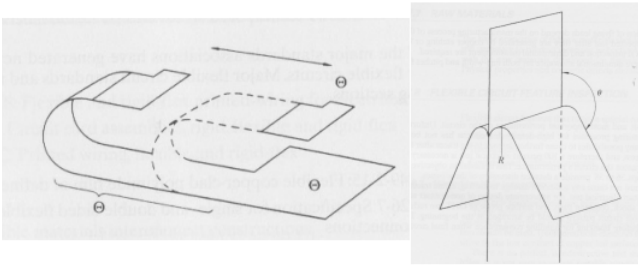
近年，直接人体に貼り付けて使用する，ウエラブル・デバイスやメディカル・デバイスの実用化が進んでおり，そこで使われるフレキシブル回路の需要が急速に高まっているが，要求される特性が，従来のフレキシブル基板と大きく異なっているために，これまでの銅箔をエッチング加工して回路を形成するサブトラクティブ法では，対応が難しいケースが多くなっている。これに対して，各種インク材料を印刷して形成する厚膜印刷回路技術は，代表的なアディティブプロセスであり，そのユニークな特徴により，さまざまな機能をもつフレキシブル基板を実現してきており，急激に用途を増やしている。

本稿では，厚膜印刷回路技術の特徴を再評価すると同時に，そこで生じる短所への対応について検討を行う。

2. ウエラブル回路に要求される機能

これまでモバイル機器などに多用されてきているフレキシブル基板は，ベース基材として，おもにポリイミドフィルムが使用されてきている。これは，はんだ付けや，ワイヤボンディングのような高温処理プロセスに耐えるためである。また，これまでのフレキシブル基板は，あくまで導体回路としての性能向上を目指していたため，より高密度，より高い信頼性などが第一に求められ，回路メーカーも，そのような要求を満足させるような技術，製品の開発を進めてきていた。そこで求められるフレキシビリティと言えば，単純な屈曲か，摺動運動程度で（**図-1**），複雑な捻り運動や伸縮動（**図-2**）はほとんど考慮されることがなかった。

ところが，今後市場が急拡大されるものと期待されているウエラブル・デバイスにおいては，使われ方がきわめて多様であり，これまでほとんど考慮されなかったような特性が重要になってくる。**表-1**は要求項目を並べてみたものであるが，これらの中にはフレキシブル基板のベース材料の特性として相容れないものが少なからず見受けられる。たとえば，従来のフレキ



摺動の動き　　屈曲の動き

図-1　フレキシブル基板の曲げモード

伸縮の動き　　捻れの動き

図-2　フレキシブルデバイスの曲げモード

〔氏名〕ぬまくら　けんし
〔現職〕DKN RESEARCH LLC, MANAGING DIRECTOR & CHIEF SCIENTIST
〔趣味〕歴史の研究，おもに江戸時代の技術移転について研究
〔経歴〕フレキシブル回路の技術開発に30年以上従事。日米の電子材料メーカー，回路デバイスメーカーで多くの新技術，新製品を開発，事業化。発表論文，講演は200件以上。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/

© 2021 Journal of the Japan Society of Colour Material