特集 一个柔軟物值

――柔軟物体のハンドリンク/解説

JSPE-55-07 '89-07-1177

マルチワイヤ配線板の布線技術*

岩崎順雄** 小島富士男** Jerry Brown*** Ronald Morino***

Wiring Technology for Multiwire Boards /

Yorio IWASAKI, Fujio KOJIMA, Jerry BROWN and Ronald MORINO

Key words: multiwire boards, wiring-machine, high density wiring, high accurate wiring, fine

wire, broken-wire

1. まえがき

マルチワイヤ配線板(MWB®)は、配線導体として絶縁被覆ワイヤ(以下ワイヤという)を使用し、これを接着剤付き絶縁基板上に布線、固定した後、スルーホールを形成した配線板であるり、その配線収容量は、同一面で交差配線ができるため、1層当たり多層プリント配線板の2層と同等以上であり、高密度化に有利である。このほか、一定線径のワイヤを使用するため特性インピーダンスの変動が少ないこと、信号層はアートワーク不要のため設計変更に対して追従性が高いことなど多くの特徴があり、コンピュータおよびその周辺機器、画像処理装置、各種テスタなど高密度実装の電子装置に広く使用されている。

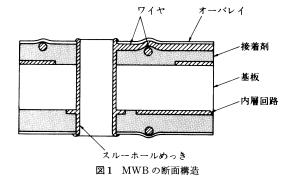
しかし、昨今の実装技術の急激な変化は、MWB®においても、より一層の高密度化および高周波電気特性の向上などを必要としている。このため高密度化については、2.54 mm ピッチのスルーホール間に1本のワイヤを通す配線ルールから2,3,4 本通しへと布線の高密度化が急速に進んでいる。また、これと並行してワイヤの芯線径を160 μ m から60 μ m へと急速に細線化してきている². これに伴い、布線交差部での変形や布線途中での断線が発生しやすくなってきており、細線取扱い技術の開発が必要となっている。

本稿では、このように柔軟かつ破断しやすい細線ワ

イヤを取り扱い,高密度かつ高位置精度で布線接着する MWB^{\otimes} の布線技術を中心に紹介する.

2. マルチワイヤ配線板の構造

図1に MWB®の代表的な構造を示す"). 内層は、通常、電源およびグランド回路パターンが形成された両面あるいは多層プリント配線板である. この基板上に設けた接着剤層の表面にワイヤを NC 布線機により所定の配線パターンに従って布線、接着する. この布線状態を図2に示す. 次に、ワイヤを固定するためにオーバレイを設け、引き続き、穴あけ、無電解銅めっきを行って MWB®を作製する. めっきは、穴内壁にのみ付着すればよいので、穴あけ前にオーバレイ表面にめっきレジスト層を設ける. また、表面実装用端子が必要な場合には、オーバレイ表面に銅箔層を形成し、次いで、多層プリント配線板と同様のサブトラクティブ法を用いて表面回路用 MWB®を作製する").



^{*} 原稿受付 平成元年5月23日

^{**} 日立化成工業(株)(下館市小川 1500)

^{***} Kollmorgen Corporation (322, South Service Road, Melville, N. Y. 11747, U. S. A.)

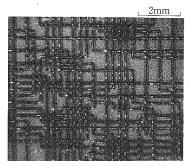


図2 60 μm ワイヤによる布線パターン (布線密度:3 本/1.27 mm)

3. 布線技術

3.1 布線機の構造と動作原理

布線機は、45°ピッチで回転する機能を有する布線ヘッドと XY 位置決め機構を有する基板セット用テーブルよりなる。その制御方式はコンピュータ制御である。図3 に布線ヘッドの構造を示すり。布線ヘッドは、大別すると、ボビンから供給されるワイヤの送り出し量を制御するフィード機構と、ワイヤを接着削に溶融接着するための超音波エネルギー供給機構と、ワイヤカット機構で構成されている。超音波振動スタイラスは、磁気ひずみ振動子と増幅ホーン及びその先端に設けた超硬合金製のワイヤ保持用チップよりな

る.

次に,ワイヤの布線過程⁵⁾を表1の布線ヘッド動作の模式図を用いて説明する.

- (1) フィード: ワイヤをクランプした状態で、フィードモータに電圧を印加すると、ワイヤはスタイラス先端まで送り出される。フィードされるワイヤ長さは、クランプアームの移動可能な距離で調整できる。
- (2) タック:スタイラスに荷重と超音波エネルギーを加え、ワイヤを接着剤中に埋め込む.
- (3) ボンディング・クランプを解除し、スタイラスでワイヤを押さえた状態でテーブルが移動する。ヘッドを回転させて、布線方向を変更する場合は、テーブルを一時停止する。回転終了後は、ボンディング開始時と同様の過程をとる。
- (4) ワイヤカット:布線終了部手前で一時停止し, ワイヤをカットする.この後,スタイラスとカッ タ間の未布線ワイヤを布線する.

3.2 布線不良モードと布線機の改良

布線工程では、前述したように、同一面上にワイヤを多数繰返し布線するため、布線済みのワイヤと新しく布線したワイヤとの交差部や屈曲部に図4のような種々の布線不良モードが発生する。その原因は、布線機のハードウェア及びソフトウェアばかりでなく、使用材料のワイヤや接着剤にも起因する。

ワイヤとしては、電気用軟銅線にポリイミド樹脂を塗布した 旅に、エポキシ系樹脂の接着層 を塗布した表2の4種類を使用 している⁶⁾. この接着層の接着 特性が布線不良に影響を与える。また、接着剤は、エポキシ 樹脂系であり、その粘弾性的特 性や接着特性が布線不良に関係 する⁶⁾. 当然のことであるが、 これら材料と布線機の複合した 要因も考えられる。

ここでは主に布線機に起因する布線不良モードを取り上げ, これを防止するための布線機の 改良内容について述べる.

1) 断線

断線は、ワイヤ交差部で発生 しやすい. その原因は、ワイヤ に加わる張力や圧縮力、せん断 力、超音波エネルギーによる温

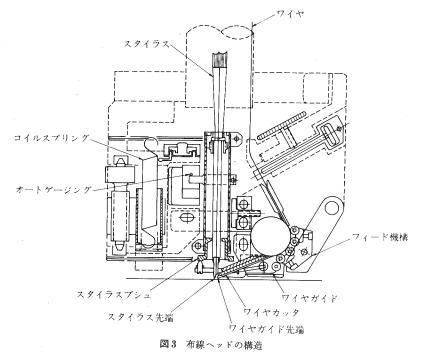


表1 布線ヘッドの動作

2C 1 (10/00C 2 1 2 2 3 3 3 1 1						
布線モード	ヘッドの動作					
停止	フィードローラ フィードローラ カッタ カランプアーム 接着剤 ワイヤガイド					
フィード	7/1+					
タック						
ボンディング						
ワイヤカット						
停止						

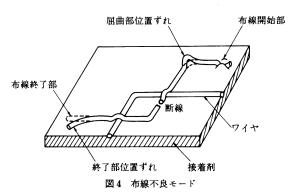


表2 ワイヤの寸法

タ イ プ	I	II	III	IV
銅芯線径(µm)	160±3	140±3	100±3	60±3
ポリイミド膜厚(μm)	12 nom.			32 nom.
接着膜厚(µm)	7 nom.	←	←	←
外径 (μm)	198 nom.	178 nom.	138 nom.	←

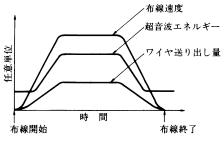


図5 布線タイミングの模式図

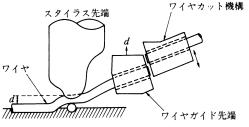


図6 交差部における布線の状態

度上昇などが、局所的に高くなるためと考えられる.この断線を防止するために、まず図5のように超音波エネルギーやワイヤ送り出し量を布線速度(布線機のテーブル速度)に応じて変化させ、ワイヤの単位長さ当たりに加えられる超音波エネルギーの均一化40及び機械的な力の低減を図った50.すなわち、布線速度は、テーブル駆動用シャフトに直結したモータの回転数によって決まる。このため、シャフトに取り付けたエンコーダの回転数信号を、超音波出力制御回路とフィードモータ制御回路にフィードバックして、布線速度に追従した超音波エネルギーとワイヤ送り出し量の精密制御を行っている.

なお、駆動モータの入力信号を用いてフィードバックする方式もある.しかし、この方式を用いると、テーブルに慣性があるため、入力信号による回転数とシャフトの実回転数との間にずれが生じやすい.このため、前記方式を採用している.

図6に交差部における布線の様子を示す. 既設したワイヤを乗り越える場合, スタイラスは高さ d (ワイヤ径) だけ持ち上げられるので, ワイヤガイド先端部を固定するとスタイラスとワイヤガイドの相対位置が

変わる. このため, スタイラス近傍のワイヤに 加わる機械的な力が局所的に大きくなり断線の 発生率が高くなる. そこで, ワイヤガイドとス タイラス間に連動機構を設け, ワイヤガイドも 高さ d だけ持ち上がるようにした.

スタイラスには超音波エネルギーのほかに,

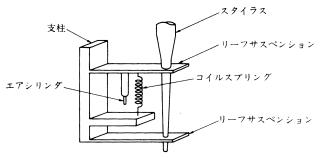


図7 スタイラス支持部の構造

スプリングを使って静荷重も常時加えてある.これは、ワイヤを接着剤層に押し込んで接着を確保するためである.ワイヤ交差部でスタイラス持上げによって静荷重は増大する.このような交差部での静荷重増大も断線の要因となる.そこで、図7に示すように、2枚のリーフサスペンションを用いてスタイラスを支柱に固定し、コイルスプリングでワイヤに静荷重を加えている.この結果、ばね定数の比較的大きなコイルを使用できるようになり、スタイラスの上下動に対する静荷重の変化を小さく抑え断線を抑制している.

2) 屈曲部の位置ずれ

45° や90°の屈曲して布線する部分での位置ずれ(ひきずり又はオーバシュート)は、ワイヤの軸方向に加わった張力あるいは圧縮力がワイヤ/接着剤間の接着力以上となり、ワイヤが接着剤から引き剝されて発生する。これを防止するためには、ワイヤの送り出し量をテーブル移動量に合わせて最適化することが必要である。

3) 布線終了部位置ずれ

布線終了部で発生する位置ずれは,表2のワイヤ

カット時に、カッタによってワイヤが曲げられることに起因している。そこで、図6のワイヤカット機構に示したように、ワイヤガイド内にワイヤを保持した状態でシェアカットする方法を採用している。

4. む す び

高密度実装の電子装置に用いられている高密 度マルチワイヤ配線板は、芯線径 60 µm のワ イヤを高密度かつ高位置精度で布線接着してい

る. 本稿では,柔軟かつ破断しやすい細線ワイヤを布線する上で問題となった断線や位置ずれを取り上げ, これを防止するために行った布線機の改造内容を中心 に述べた.

今後は、より一層の高密度化を図るために、芯線径 20~30 μm のワイヤを用いた新たな布線システムを 構築する予定である。

参考文献

- 1) 福富直樹ほか: 新しい配線板製造法――マルチワイヤに ついて, 電子通信学会部品材料研資, CPM 74-61 (1974)
- 2) 岩崎順雄ほか:マルチワイヤ配線板, '87~'88 ハイブリッドテクノロジー, 1987 年 9 月 28 日号, p. 92.
- 3) 岩崎順雄ほか:マルチワイヤ配線板の信頼性,信学技報, R 80-70, 274 (1981) 17.
- 4) ロナルド・モリノほか:超音波針位置決めガイド、公開特 許公報、昭 62-104096 (1987).
- 5) ロバート・ベイジ・バーほか:電気回路板の製造法及び装 價、日本国特許第 1343340 号。
- 6) 福富直樹ほか:新高密度マルチワイヤ配線板 (MWB®-II) の開発,日立化成テクニカルレポート,10 (1988)43.

● ---精密工学会刊行図書のご案内

会誌「精密機械」および欧文誌 "Bull. JSPE" 総目次

1. 構 成 「精密機械総目次」第 31 巻第 1 号〜第 49 巻第 12 号(昭和 40 年 1 月〜昭和 58 年 12 月) B 5 判,本文 382 ページ

"Index to Bulletin of the Japan Society of Precision Engineering" Vol. 1. No. 1-Vol. 17, No. 4 (Oct. 1963-Dec. 1983)

B5判, 本文158ページ

共に内容別・著者別分類からなっています.

2. 定 価 「精密機械総目次」

会員 2000 円, 非会員 4000 円

"Index to Bull. JSPE"

会員 1000 円, 非会員 2000 円

セット価格 (両方をセットとする場合)

会員 2500 円, 非会員 5000 円