

自動束線機の開発

Development of Automated Wire-laying Machine

大形電子機器の内部の密集した配線には、束線と呼ばれる線集団が用いられている。従来、束線は人手で作られていたが、これを自動化するため自動束線機及び運転ソフトウェアを開発した。

本機はNC装置を用いて、線引き装置をX、Y軸に移動させ束線を形成するもので、多種電線を用いた高密度なものを対象とすることができる。また、線引きに用いる釘の打込み、同色線の判別に用いるマーキングも可能である。

ソフトウェア(ASRUT-C1)の特徴は、ユーザー使用の記号などをそのまま取り扱えること、限られた釘で多数本の線引きができる柔軟なデータ構造をもつこと、フォートランで記述し、HITAC 8400(131~262KB)、HITAC 5020(65K語)で処理できることである。

川内 章* Kawauchi Akira

岡崎剛己* Okazaki Gôki

市川厚司** Ichikawa Atsushi

1 緒 言

電子機器の製作過程では、それを構成する各部品相互間を配線により結合している。この配線のために、あらかじめ束線を前工程で準備しておくことが必要である。この束線とは、配線する部品相互の位置関係及び配線経路に合わせて切断した線材を、両端皮はぎし、機器の配線に必要な本数を束ねた線集団を言う。図1に束線の例を示す。機器内の配線は、あらかじめ製作された束線の各線端を指定の端子へはんだ付け又は巻付け接続することにより行なわれる。

従来、この束線の製作は人手に依存していたが、今回この作業の省力化を図るため自動束線機を開発した。以下、この機械とそのソフトウェアの概要について述べる。

2 自動化の対象

電子機器内の各部品を結合する電線の経路は、各部品の組込みや保守性を考慮して、ランダムでなく幾つかの指定した経路に集中するように選択される。この束状となる線集団(束線)は、通常平面板の上で図2に示すように製作される。この束線作業は次に示すステップに分けられる。

- (1) 装置空間での束線経路の決定(三次元配置)
- (2) 束線図の作成(二次元配置への置き換え)

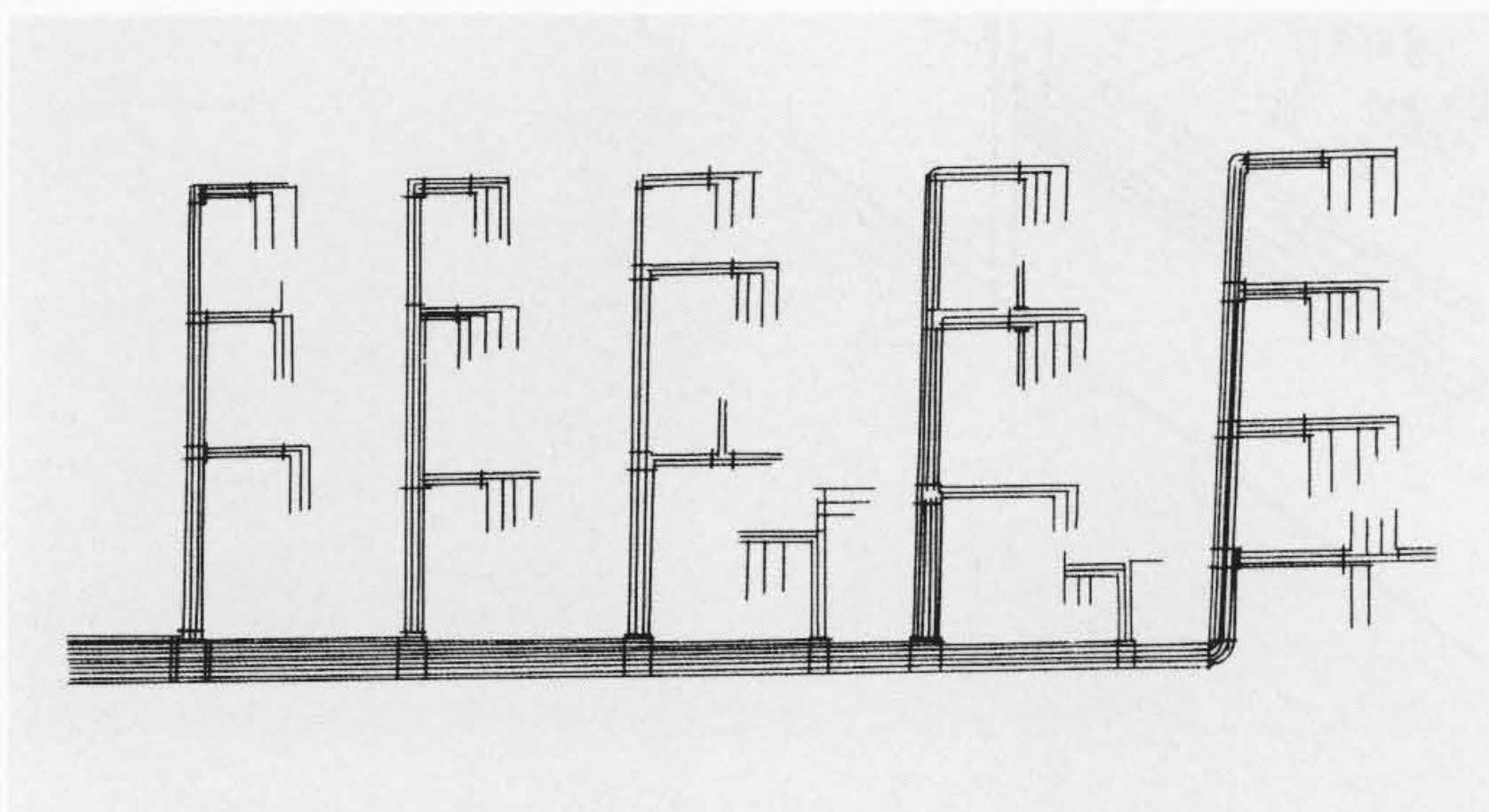


図1 束線 電子機器内の各部品は、相互間の結合に必要な本数の線集団から成る束線によって接続される。

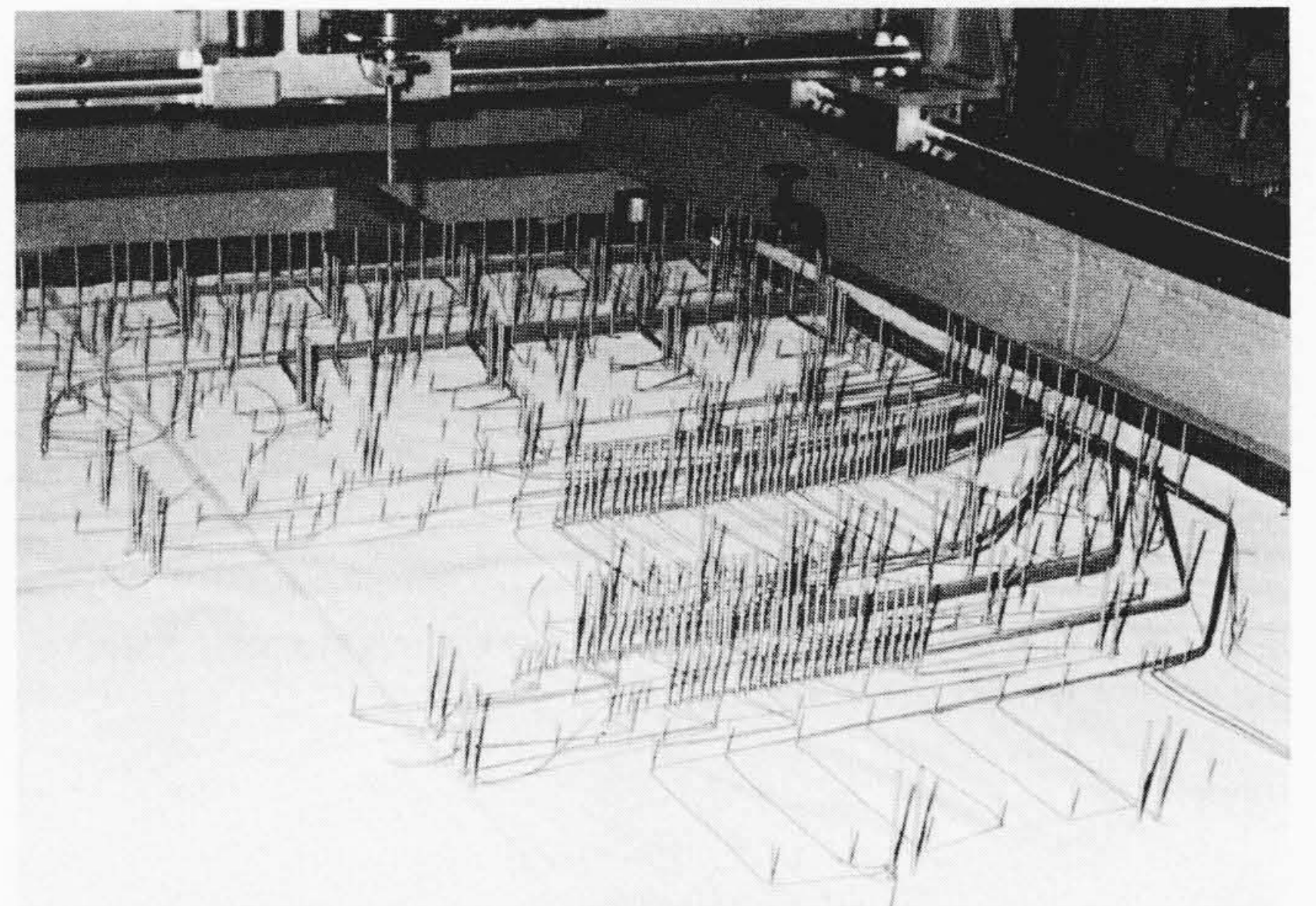


図2 束線作業の線引例 束線は、所定の位置に釘打ちされた平面板上を、その釘経路に沿って線引きすることにより製作される。(釘の露出部は高さ65mm)

- (3) 束線形状維持のための釘打ち作業
- (4) 線引き作業
- (5) 線端切断及びほう縛作業

すなわち、機器の配線において電線の避けるべき部分を考慮に入れながらその経路を決定した後、この配線に必要な線長、経路を一つの平面に置き換えて線図化する。これを束線図という。この束線図上では、束の太さ(線の本数)は考慮せず、経路を線で代表させる。この線図をもとにして束線各部分の束の太さ、線材の長さなどを考慮しつつ、束線の形状を維持するための釘の位置を決定する。この束線図を平面板にはり、指定の位置に釘を打つ。

次に接続すべき端子と配線に使用すべき線材が記入された配線表に従って、線引き作業を行なう。線引き作業の後、束線の形状を維持するのに必要な個所を糸で結びほう縛し、釘に巻き付けた部分を切断する。最後に束線を平面板から取り外し、端部の被覆部はく離を行なう。

* 日立製作所生産技術研究所 ** 日立製作所戸塚工場

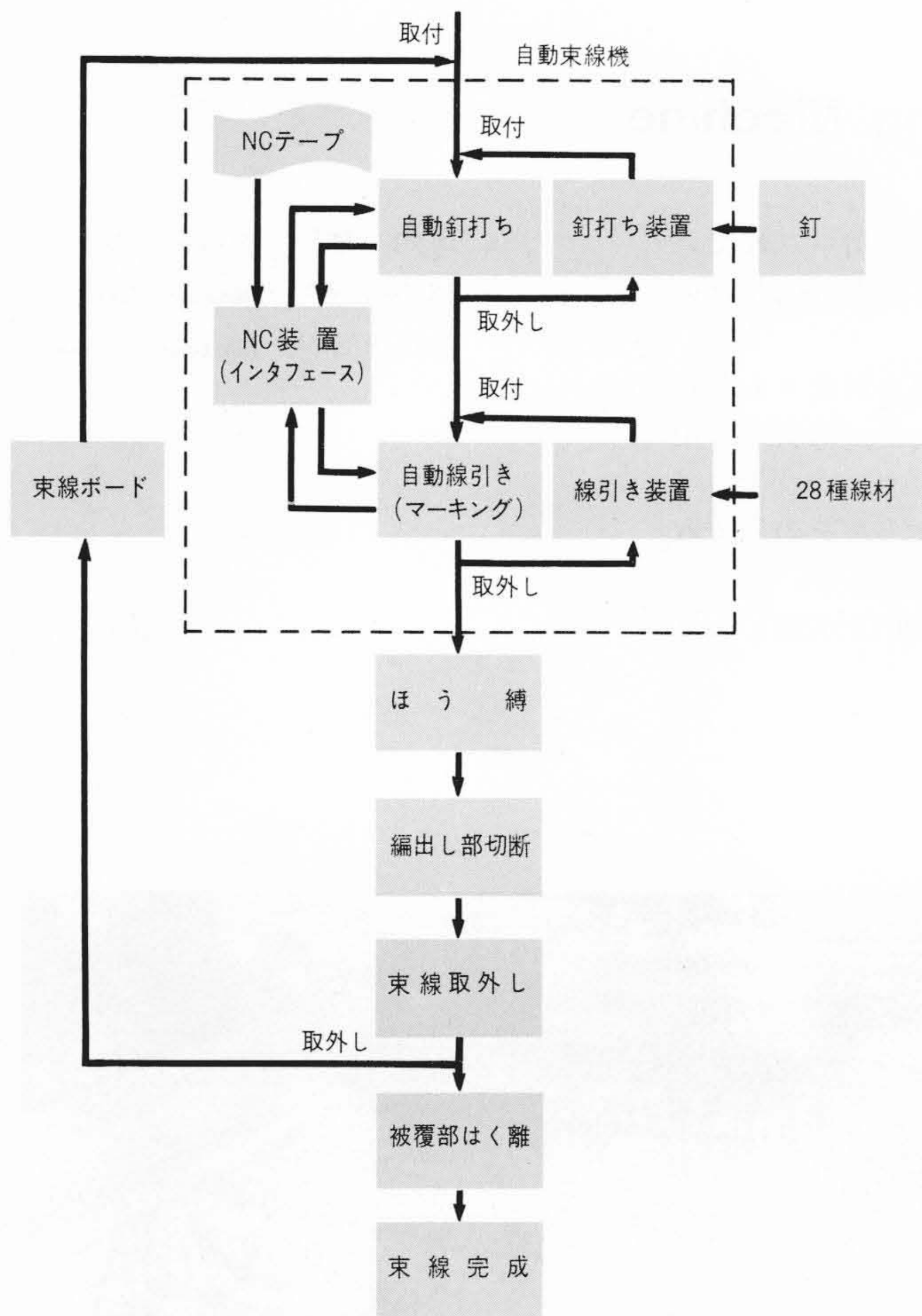


図3 束線作業のフローチャート 釘打ち及び線引き工程(点線内)を自動化した束線作業を示したものである。

今回開発した束線機は、上記(3) 釘打ち作業、(4) 線引き作業を自動化したもので、束線作業は図3に示すフローにより行なわれる。

3 自動束線機

3.1 構成及び機能

電子機器の束線には種々の大きさのものがあるが、開発した機械は、平均的大きさの束線、すなわち $1.5\text{m} \times 1.3\text{m}$ で500本程度の束線を対象としたものである。図4は機械の外観を示すもので、束線ボード上をX、Y方向に走行するクロスビーム、ビーム上のクロスヘッド、線材の収容供給部及び数値制御(Numerical Control以下、NCと略す)装置で構成される。

(1) 釘打ち作業

クロスヘッドに釘打ち装置を懸架し、NC装置の指令によりクロスヘッドをX、Y方向に走行させ、所定の位置に順次位置決めして、釘ケースより自動供給される釘を束線ボードに打ち込む。

(2) 線引き作業

クロスヘッドに懸架されている釘打ち装置を、線引き装置に交換することにより行なわれる。まず、NC装置の指令により線引きすべき線材を選択し、始点の位置の釘に線材を巻き付けて固定する。次にクロスヘッドがX、Y方向に走行し所定の形状の線引きを行なう。線引きの終端においては、同色線区別のためのマーキング、線材の切断を行なうとともに終端の位置の釘に線材を巻き付けて固定する。1本の線引きが完了すると次の始点へ向かいながら次の線材の選択が行なわれ、同様の動作が続けられる。表1にこの機械の主な仕様を示す。また、特徴としては次の項目が挙げられる。

(1) ワークエリアが大きく、多種線材(最大28種)の線引きが

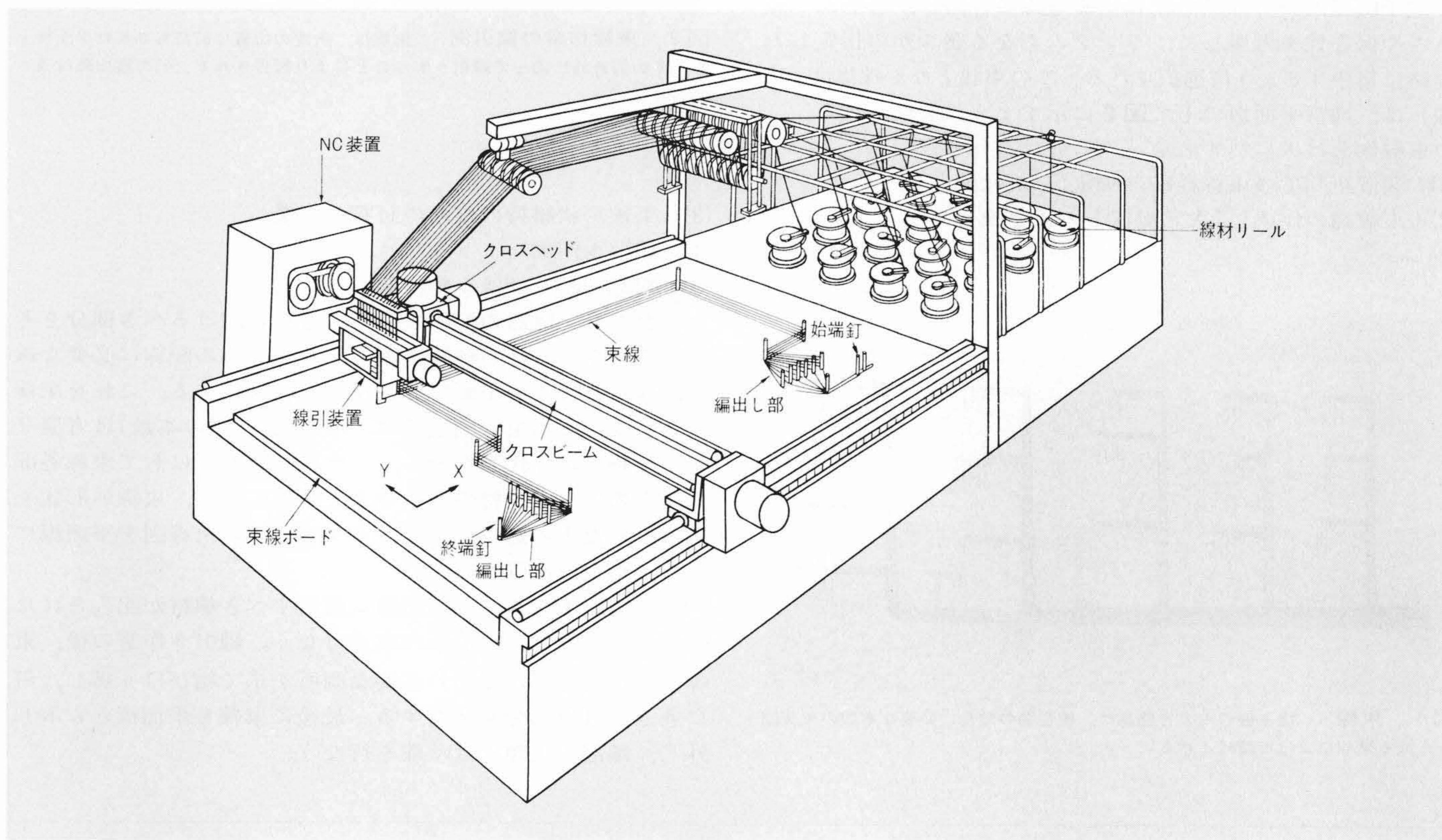


図4 自動束線機の外観 束線ボード上への釘打ち、線引き、マーキングを自動的に行なう。

表1 自動束線機の主要仕様 ワークエリアが大きく、多種線材の線引きができることが大きな特徴である。

項 目	仕 様
ワークエリア	1.5m×1.3m
線 引 き 速 度	max. 20 m/min
釘 ピ ッ チ	min. 6 mm
線 種 名	各種の綿巻線
線 数	max. 28 種
線 径	0.8~2.1φ
位置決め精度	0.25 mm
テープコード	ISO
指 令 方 式	アブソリュート
制 御 軸 数	3軸(X,Y軸同時2軸)
線材選択時間	平均1.9s
釘 径	1.5φ, 3.0φ

注：ISO＝International Organization for Standardization

可能であり、線材の切替え時間は平均 1.9秒で線材交換による損失時間が少ない。

(2) クロスヘッドに釘打ち装置を装着することにより釘打ちと同時に、釘打ちの省力化が可能であるとともに、位置精度が高く線引き時に線引きノズルと釘の干渉などのトラブルがない。

(3) 線引きの同一経路に同色線が重って入った場合、マーキングを行なうことにより5種類までの線材の判別が可能である。

3.2 釘打ち装置

1.5φ×50mm, 3φ×80mmの釘を束線ボードに自動釘打ちするものである。図5に釘打ち装置の構成を示す。すなわち、釘ケースに収容された釘を1本ずつ分離してシュートを経てガイドへ供給する。次に、釘押付け用のエアシリンダとバイブレータハンマにより束線ボードに釘を打ち込む。

3.3 線引き装置

線引き装置は、図6に示すように線材選択部、カッタ部、マーキング部及びノズル部から構成されている。最大28種の線材を常時選択部に1列に保持しておき、小形パルスモータの駆動で選択し、線材送りローラでノズル先端に送り出す。線引き後、カッタ部で線材を切断するが、終端釘に巻き付けるだけに必要な線長を確保しておくため、終端より少し前の位置で切断する。また同一線径を用い被覆色により識別する束線では、線引きされた同色の線材が同じ端末に入った場合、判別が困難である。これを解決するため打刻印字によるマーキング装置を装備し、5種までの電線を判別可能にしている。そのうえ、ノズルは傾き得る構造となっている。これにより浮き上がった線、ピッチが小さい場合の釘にノズルが干渉することがあっても、支障なく線引きを行なうことができる。

4 ソフトウェア

このソフトウェアは、ASRUT-C1と称し、主としてFORTRAN IVで記述してある。これはHITAC 8400(131,

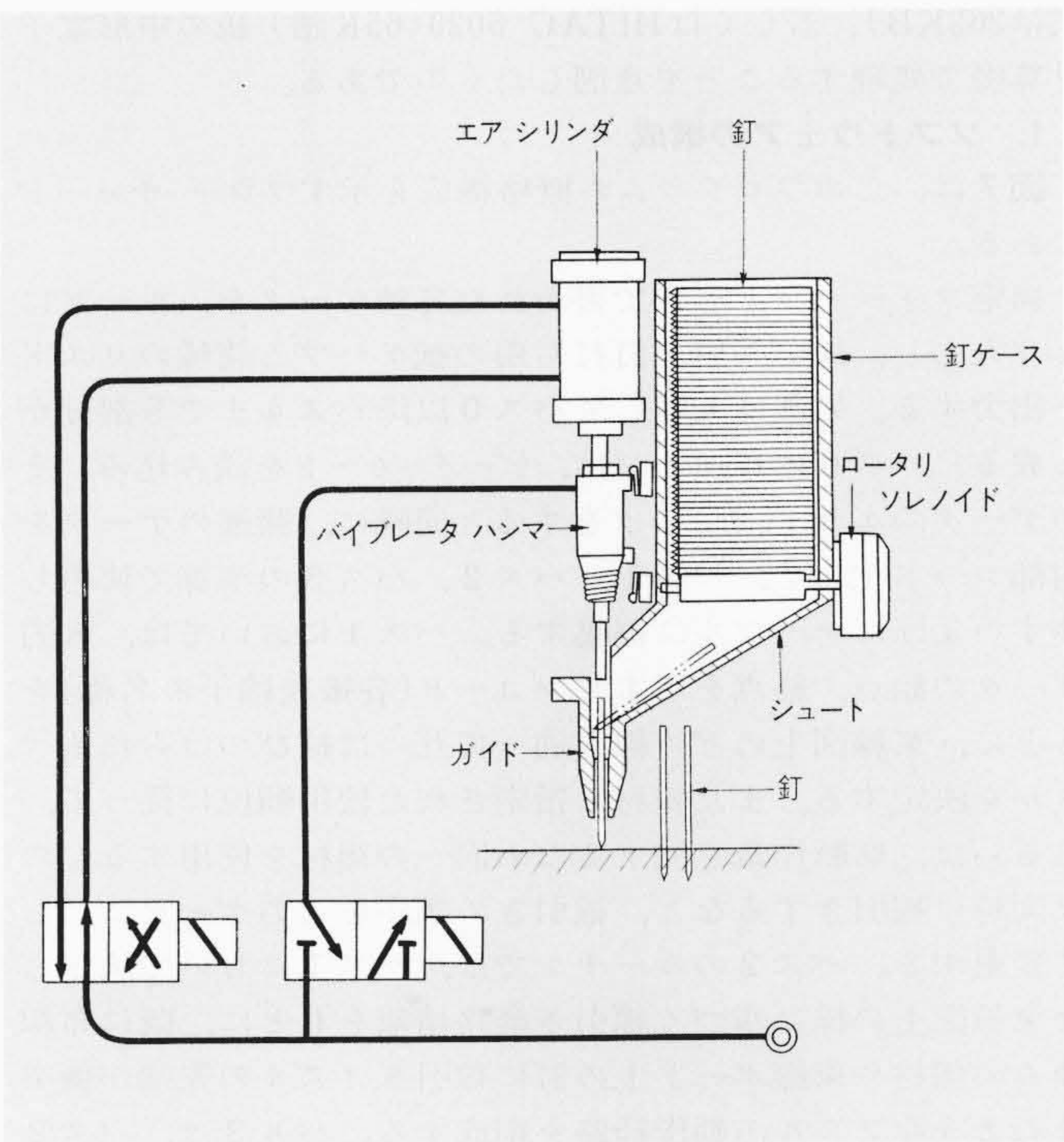


図5 釘打ち装置の構成 釘の補充は釘ケースごとの交換による。

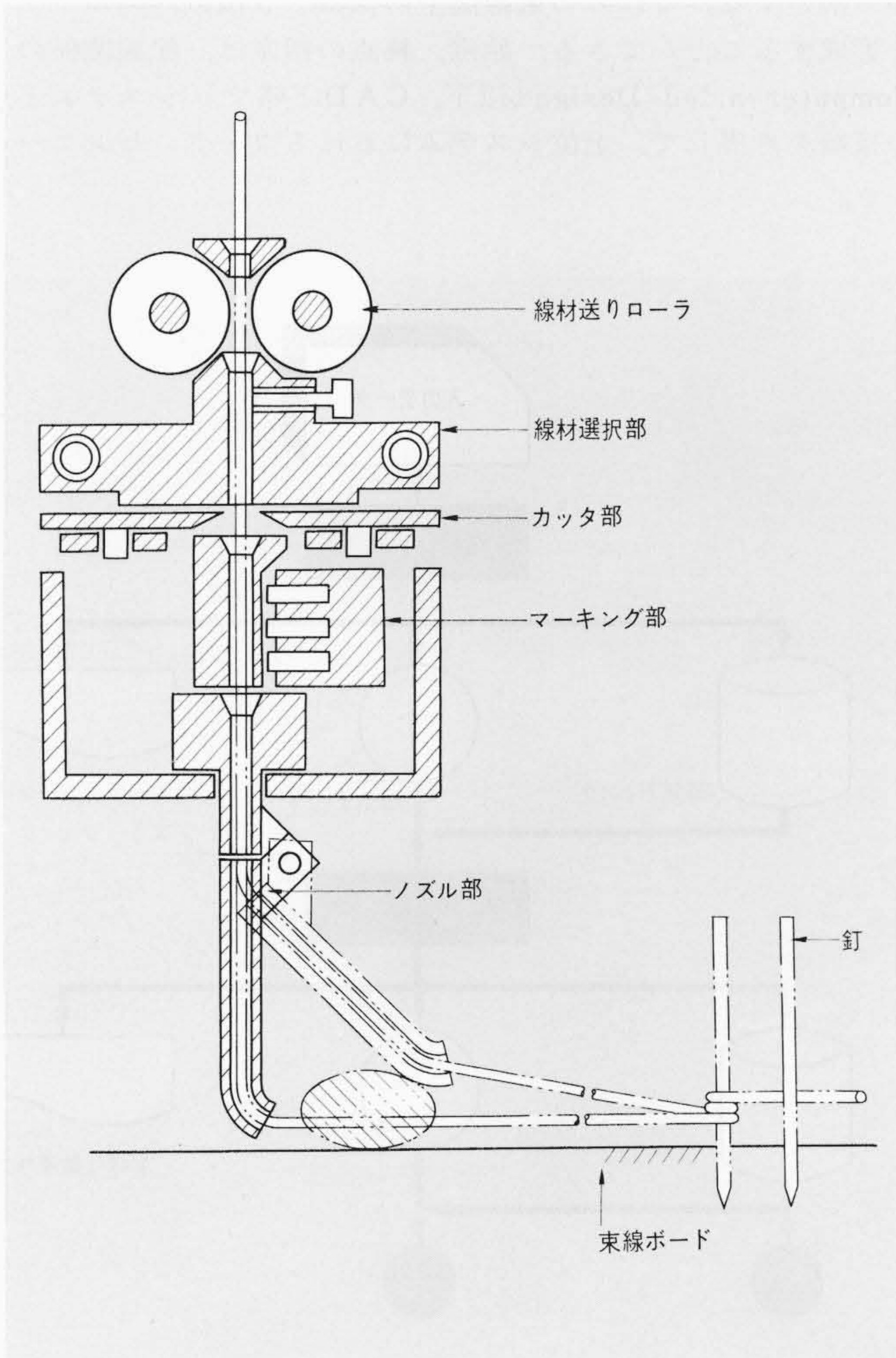


図6 線引き装置の構成 線材を選択したのち、ノズル部に送り出し、終端の位置で切断、マーキングを行なう。

又は262KB), 若しくはHITAC 5020(65K語) 級の中形電子計算機で処理することを意図したものである。

4.1 ソフトウェアの構成

図7は、このプログラムの概略構成を示すフローチャートである。

固定フォーマット形式で書かれた各種データを、カードにより入力し、線引き用・釘打ち用の紙テープと諸種のリストを出力する。処理は大別してパス0以降パス4まで5部分から成る。パス0のルーチンは、データカードを読み込み、そのデータのエラーチェックをすると同時に、諸種のデータを内部コード化して、パス1、パス2、パス3の演算で使用しやすいようにテーブルに編集する。パス1においては、入力データの始点、終点を示すピンコード(各接続端子の名称)をもとに、束線図上のどの線を通して互いに結びつけられるべきかを決定する。また線材の指定された使用順位に従って、あるいは、切断作業を減ずるため同一の線材を使用するものは同時に線引きするなど、線引きの順序を入力データに対して変更する。パス2のルーチンでは、パス1において決定した束線図上の線に基づく線引き経路情報をもとに、既に布線済みの線材や束線ボード上の釘に線引きノズルの先端が衝突せぬようなノズルの動作経路を創成する。パス3は、パス2の情報をテープ情報にまとめるもので実際の紙テープはパス4により打ちだされる。

4.2 ソフトウェアの主要な機能

(1) 始点及び終点を指定すれば、束線図上の線から適当な経路を決定する。これらの束線図上の線は、5個以内のループを形成することができる。始点、終点の指定は、配線関係のComputer-aided Design(以下、CADと略す)システムとの接続を考慮して、上位システムにおけるコード(ピンコー

ド)を使用して行なうようになっている。

(2) 作業能率を下げる線の切断作業をできるだけ避けるため、入力した線引きの順序を変更する。線引き順序の変更は、線材の使用に対する優先順位の指定に従っても行なわれる。

(3) 釘の種類位置とそれに掛かっている布線済みの電線の状況を把握して、線引きノズルが釘や布線済みの電線に衝突しないように、釘に電線が掛かる状態を指定する。

(4) 線材の中に2本より線(2個ずつの始点情報と終点情報をもつ)を含んでいても、いずれかの適当な線を選んで線引きするよう処理する。

(5) 束線を電子機器へ組み込む段階で束線の各端部がいずれの端子へ接続されるべきか識別困難なときは、4種までのマークを使用して、線引き中に束線の端部へ識別マークを付ける情報を作る。

(6) 作業領域に約2,000本の釘が存在しても処理し得る。

(7) データ内に現われる諸種のコード(例えば、ピンコード)に、ユーザーの現用コードがそのまま入力できるよう配慮し、取り扱いに柔軟性をもたせた処理を行なっている。

4.3 入力するデータ

このプログラムに入力する各データについて、その概略を述べる。

(1) 基本データ

このデータは、制御装置名、制御装置の最小プログラム設定量、ノズルの形状などを示すデータと釘、線材に関するデータから成る。線材に関するデータは、線材を取り付けるリールの対応位置番号、線材が単線か2本より線かの区別、またその外径、線引きにおける優先順位などの指定である。釘に関するデータは、その釘の形状、その釘に何本くらい線材を掛けられるかなどの指定と、実際に釘へ線を掛けていく手

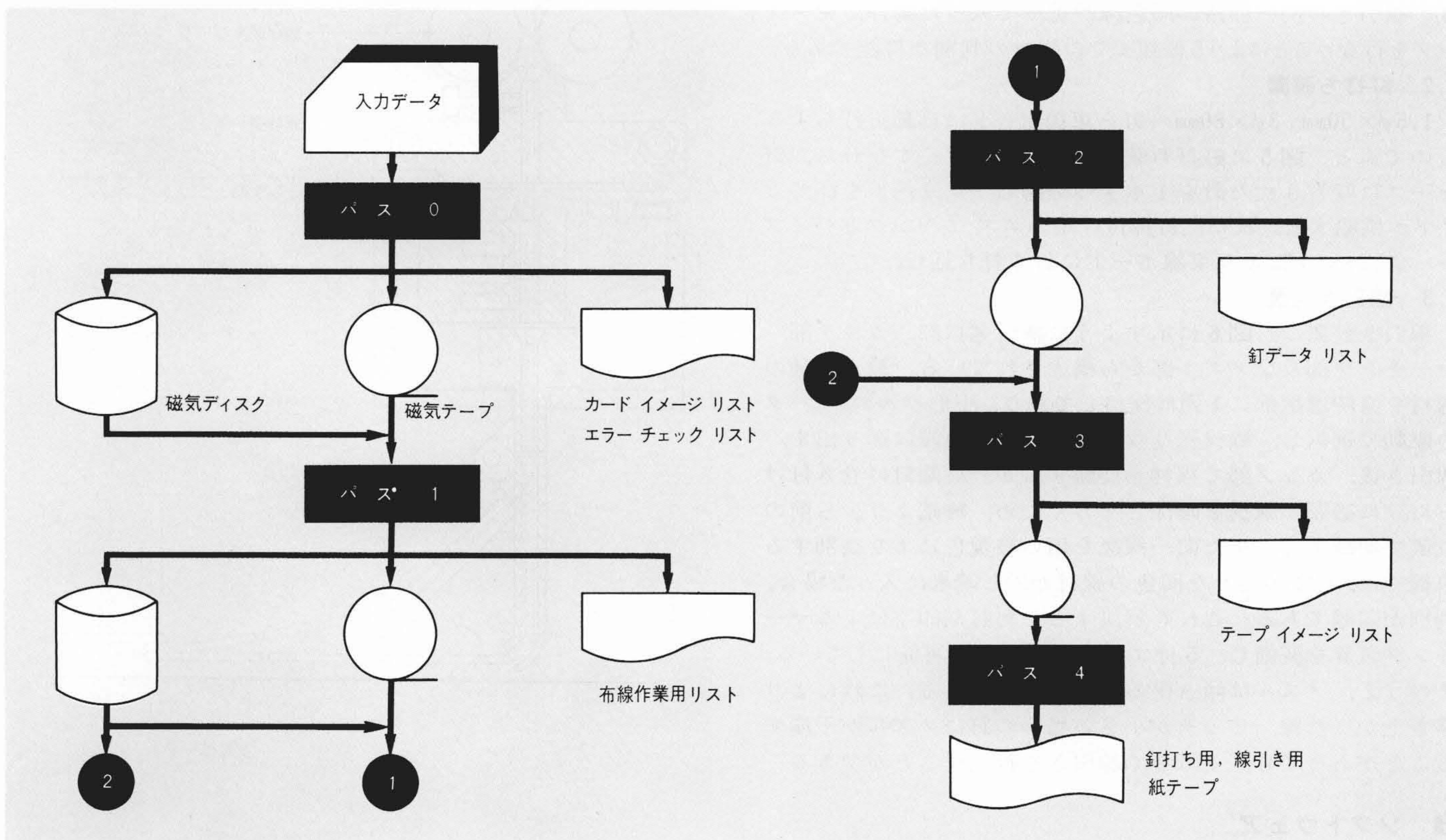


図7 ASRUT-CIの処理フローチャート パス1は、釘の配置、線引き順序の変更を処理し、パス2は、線引きノズルの動作を決定する。

順を示すデータとから成る。後者を線引き塊データと称し、**図8**に示すとおりである。釘に線材を掛けていくと、しだいに釘の周囲が太く成長していくが、有限な釘の長さを有効に使用するとともに、線引き中に既に布線された線材が崩れて釘から外れないようにするために、線引きの方法をいろいろとくふうする必要がある。そこで、ある本数から成る線材の集団(その集団を構成する線材の断面積の和は一定)を単位に考えて、この集団を**図8**に示すように積み重ねていく方法を取り、これを積み重ねる順番に対して各 H_n , H_m , R_m のデータを記述する形で入力する。単位の集団の断面積を超えるまで、ノズルの設定位置は同一順番に対する値をとる。**図8**において、 H_n , H_m , R_m は、 N 番目の単位集団に対して示してある。

H_n = ノズルの設定高さ

H_m = N 番目までの最高位置にある単位集団までの高さ

R_m = N 番目までの最外位置にある単位集団までの距離

(2) 回路部品データ

これは、線引きすべき線の始点及び終点を指示するピンコードと束線図上の線との対応をとるためのデータである。

図9は、回路部品が束線の幹線部分に取り付いている状態を示すものである。すなわち、幹線部分の N 個の分岐点から部品の接続すべき端子へ支線が出ることにより、部品と幹線とが接続される。この支線部分を編出しと称する。回路部品には回路名という名称が与えられ、部品内の端子には端子名が与えられる。端子コードは、この回路名と端子名より成っている。束線の製作過程において、幾つかの端子への編出しは同じ長さの編出しとして作成し、束線図上でも一本の線として表現するのが通例である。また幹線は、束線図において1本の線とし表現される。このとき幹線の中央を線として表現するのが原則とするが、側面を線として表現してもよい。側面を代表とするときは、後述の束線図データで線を定義するときは、いずれの側面を代表しているのか判別可能なコードをデータとして添える。

回路名により、束線図上のいずれの幹線の、いずれの場所に部品が取り付けられているかを指定する。これは、通し番号で与えられ幹線名と幹線上の取付け位置を示す点名により指定される。

編出し部分は、その形状を維持するための釘を打つ必要があるが、この釘の名称をピンコードに対して指定する(束線の幹線部分の形状を維持するため、幹線間の交点の周辺に打つべき釘は、ソフトウェア内部で創成するのでデータとして指定する必要はない)。

(3) 束線図データ

このデータにより、束線図上の点や幹線の定義と、幹線間の接続関係の定義が行なわれる。点と線の指定は、それぞれに与えた通し番号により行なわれる。点の定義は、その点名に対し(X , Y)座標値を与えて行なわれ、線の定義は、線名に対して両端の点名を与えて行なわれる。幹線間の接続関係は、両者の線名と交点名より定義される。このソフトウェアでは、基線としていずれかの線を定義した後に、それと交わる線の線名と、互いの交点名とにより定義する。そして、ほかの一般の線は、既に接続関係が定義された線との接続関係として、両者の線名と交点名により定義される。

(4) 布線情報データ

これは、線引きすべき両端のピンコードを使用する線材名と線引き項番とともに与え、線引き位置を指示する。2本より線の場合は、それぞれの線に対して両端のピンコードと線

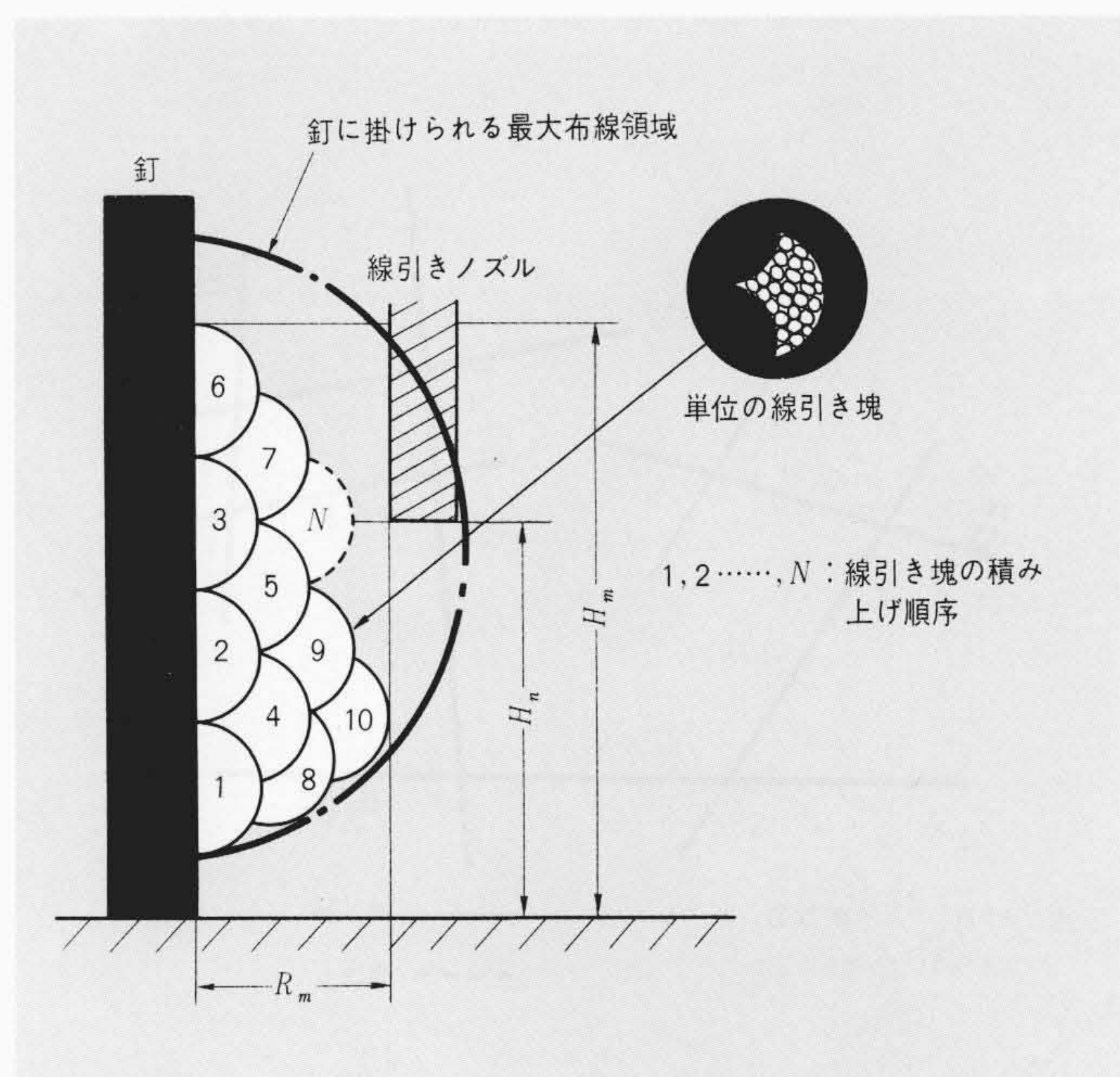


図8 線引き塊データ 釘周辺の線の集積状況を表示するデータで、 N 番目の状態に対して(H_n , H_m , R_m)の組合せをとる。

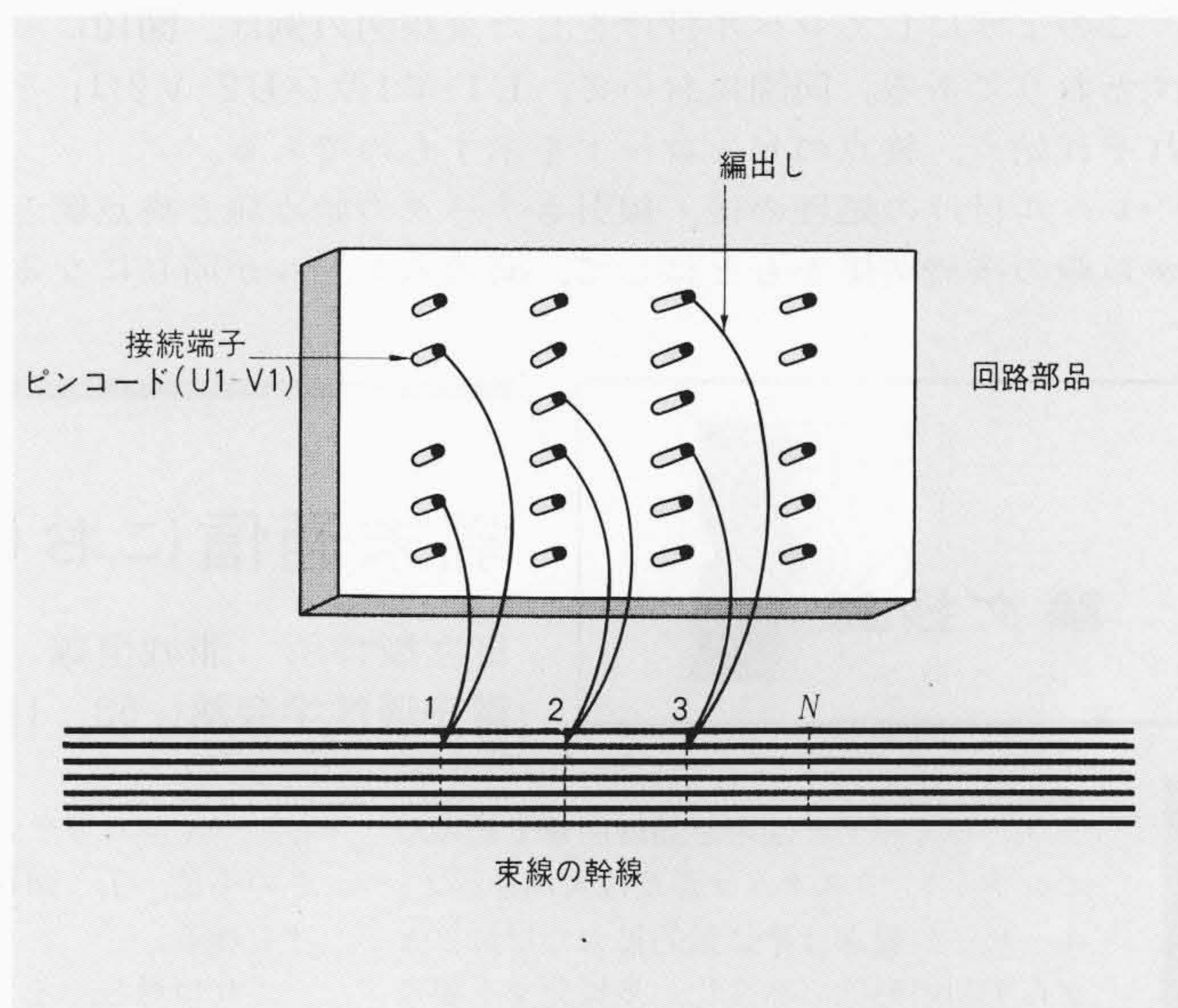


図9 束線に取り付く回路部品 束線と回路部品とを接続する編出しの、幹線からの分岐状態を示す。

材名を与える。ピンコードは、回路名と端子名とより成る。このため、ソフトウェアは、このピンコードで示される点の束線図上の位置を、このピンコードと回路部品データとを使用して決定することができる。

4.4 線引きする経路の定め方

ここでは、主として布線情報データのピンコードから、いかに束線図上の経路が定められるかについて述べる。

このソフトウェアは、束線図データをもとに幹線にレベルの概念を導入し、基線から順に1, 2, ..., の順序付けを行なう。その方法は、次のとおりである。

ルール(1) 基線のレベルは1である。

ルール(2) レベル N の線に接続する線のレベルは、 $N+1$ である。

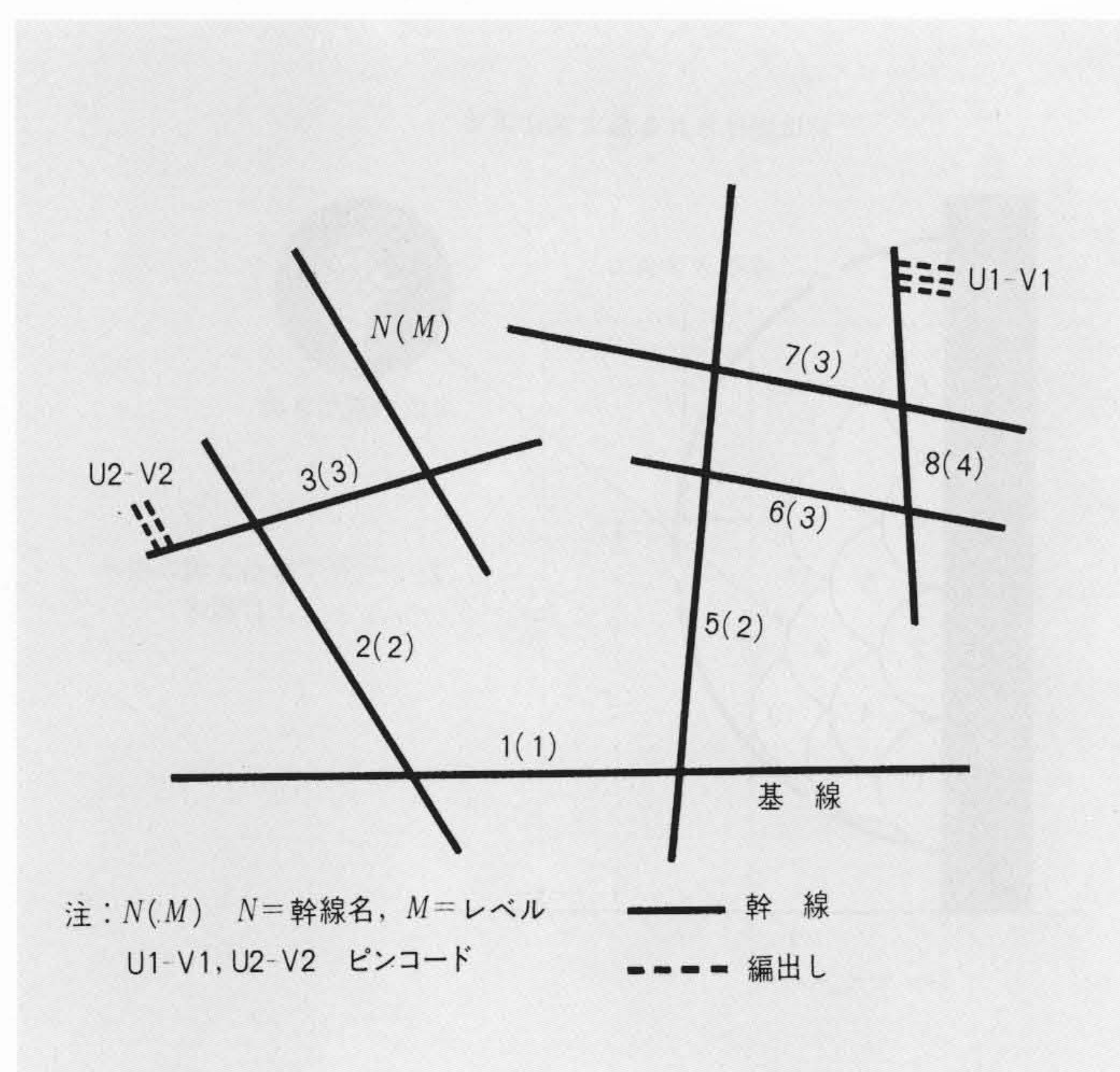


図10 束線図上の幹線のレベル 両端のピンコードを接続するとき、経由する幹線を選択するためのレベルの概念を示す。

このようにしてレベル付けをした束線図の例は、図10に示すとおりである。同図において、 $U1-V1$ 及び $U2-V2$ は、それぞれ始点、終点のピンコードを示すものである。

レベル付けの処理の後、線引きデータの始点側と終点側とから線の接続関係をもとにして、両者のレベルが同じになる

ようにレベル数が小さくなる方法をたどっていく。両者のレベルが同じとなったとき、その線名を調べ、同一であればそこで処理をやめ、異なれば更にレベルを下げる方向で処理を進めていく。なお始点、終点とも、両者の最初の接続線は、端子コードの回路名により求めることができる。この図の例の場合、このような処理により、8-6-5-1-2-3の一連の線名の接続が得られる。これが求める束線図上の線の経路である。

この処理の後、始点から終点までの経路は、編出し部分の釘とこの線に添う釘の名称の列に置き換えられる。幹線の交点の周辺に打つべき釘はこの列内に用いず、幹線の交点の名称を使用してこの釘列を作成する。実際ノズルによる線引きの動作は、この釘列をもとに、その周辺に存在する釘や、既に引かれている線避けるように決定される。

幹線のうち、入力データが束線の断面の中心を示さぬものはこのソフトウェアによりその移動が行われ、幹線の交点の位置は修正される。編出し部を作成するときは、釘の掛かっている線のその時点における本数をもとに図8の R_m を計算して、この外側を移動する。また H_n, H_m を計算して、既に引かれている線にノズルが衝突しないようにノズルの高さを定めて移動したり、又はノズルの高さを設定する。

5 結 言

以上、開発した自動束線機及び、ソフトウェアの概要について述べた。この機械は既に実用化に入り、配線作業の合理化に役立っているが、なお今後の課題として、線引き本数の増大を図るためのデータ処理方法の検討及びノズル動作の安定化などの改良を進めていく考えである。

論文抄録

端末通信におけるソフトウェア

日立製作所 浦城恒雄

電子通信学会誌 58-11, 1199 (昭50-11)

コンピュータと端末を通信回線で結んだオンラインシステムは普及拡大期を迎え、ユーザーの要求は単に量的拡大だけにとどまらず利用形態の高度化、多様化をも要求し、更に使いやすさ、将来の発展の容易性、長期的経済性などを求め始めている。本稿はまず従来のオンラインシステムが端末システムに関連してソフトウェア上どのような問題点をかかえているかを示し、インテリジェント端末に代表される新しい端末が、問題点をどのように解決しようとしているかについて述べ、更にインテリジェント端末にはどのような機能が要求されており、ソフトウェア上どのように実現しようとしているかについて述べている。

従来の端末システムの問題点としては、(1) 中央処理装置の負荷増大、(2) レスポンスタイムの増大、(3) 多数の通信制御手順の存在と全二重回線の効率的運用の困難、(4) 複数アプリケーションによる端末の共用の困難とソフトウェアの端末や回線の物理的依存性大、(5) システム構成の拡張性

とアベイラビリティの欠如、(6) 使いやすさの不足、(7) 回線コストの上昇などが挙げられる。

これに対し、インテリジェント端末や新しい通信制御手順及びシステム構成法は、(1) 機能分散による中央負荷の低減、(2) ローカル処理機能による総合的レスポンスタイムの向上、(3) HDLCなど新しい制御手順の開発、(4) 新しい通信アクセス法、(5) システム成長向き端末構成法及び中央/回線故障時の端末におけるオフライン機能、(6) オペレータ誘導形データ入力法、(7) ローカル処理、Store and Forward 処理による回線効率の向上などによる問題点解決の動向を示している。

続いてインテリジェント端末と呼ばれているものについて、(1) 端末の構成法、(2) オペレータ用の機能のうち、データのチェック機能及びオペレータ誘導機能、(3) ローカルな記憶装置の使い方、(4) プログラムアビリティ及び(5) 中央システムとのデータ送受形態に着目して分類を試み、必要と

される機能や、機能のレベル分けを行なっている。

更に、ユーザーがプログラム作成可能なインテリジェント端末システムにおいて、プログラムの作成法として、(1) 中央システムで作成、(2) 端末システムで作成する方法について利害得失を述べ、プログラム言語の一例を示した。また、プログラムのコンパイル及び実行方式に関して、(1) 機械語変換方式、(2) 中間言語変換—解釈実行方式について長・短所を述べて適用の指針を示している。

最後に、インテリジェント端末の制御プログラムに関し、ミニコンピュータを用いたマルチオペレータステーション用端末制御装置の構成要素と主要な機能について述べている。

最近、脚光を浴びつつあるインテリジェント端末を中心として系統的、ソフトウェア的考察を試みたが、従来の問題点をどこまで解決できるかは今後の大きな課題であろう。