



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 650 966 A5

⑤① Int. Cl.4: B 26 D 5/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑮① Gesuchsnummer: 7751/80

⑮② Anmeldungsdatum: 16.10.1980

⑮③ Priorität(en): 05.05.1980 US 146659

⑮④ Patent erteilt: 30.08.1985

⑮⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.08.1985

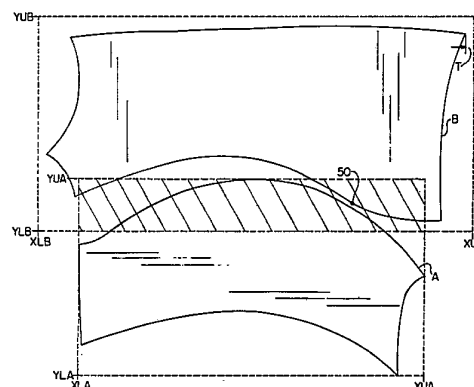
⑮⑦ Inhaber:
Gerber Garment Technology, Inc., South
Windsor/CT (US)

⑮⑦ Erfinder:
Gerber, Heinz Joseph, West Hartford/CT (US)
Hevenor, Charles Malcolm, Bolton/CT (US)

⑮⑦ Vertreter:
Schmauder & Wann, Patentanwaltsbüro, Zürich

⑮④ **Anlage und Verfahren zum Trennen von Musterstücken aus flächigem Material.**

⑮⑦ Um ein Grösstmass an Maschinenleistung ohne Qualitätseinbusse und mit einem Mindestmass an Abfall und Materialverbrauch zu erzielen, werden die Musterstücke (A; B) in der Schnittmusteranordnung auf maschinenlesbare Daten reduziert und zwar nach Form und relativer Stellung zueinander. Diese Daten werden durch Datenvergleich in einem Mikroprozessor vorverarbeitet, um die Separationen zu bestimmen und bezüglich der zulässigen Trenngeschwindigkeit kritische Trennlinienbereiche (50) zu identifizieren. Das Trennwerkzeug wird durch aus den Daten gewonnene Grund-Befehlssignale und abhelfende Befehlssignale gesteuert, die auf den Vorschubmotor einwirken. Letztere erleichtern das glatte Trennen an den kritischen Bereichen, indem sie dort das Trennwerkzeug verlangsamen und/oder durch Translation gegebenenfalls auch Drehung dessen Weg von der theoretischen Trennlinie abweichen lassen, beides jedoch nur soweit, wie es unbedingt notwendig ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Anlage zum automatischen Trennen von flächigem Material mit einer hin- und herbewegten Trennklinge (20), die beide relativ zueinander in Trenneingriff bewegt werden, wenn die Klinge (20) längs Trennbahnen geführt wird, die durch Markierungsdaten definiert sind, welche eine Vielzahl von Mustern in einer dicht gepackten Anordnung darstellen, gekennzeichnet durch eine Verarbeitungsvorrichtung (15) zur Aufnahme der Markierungsdaten, um kritische Trennbahnen in der dicht gepackten Anordnung von Mustern zu identifizieren, wobei die Verarbeitungsvorrichtung (15) eine Berechnungsvorrichtung (60, 62) für die Bahnseparation aufweist, um die Separationsabstände von zwei benachbarten Trennbahnen in der Anordnung zu ermitteln und/oder einzustellen, sowie eine Vorrichtung (58) zum Vergleichen der Separationsabstände mit einem voreingestellten und/oder vorher ermittelten Mindest-Separationsabstand, um eine kritische Trennbahn zu identifizieren, die in einem kürzeren Abstand von einer benachbarten Trennbahn angeordnet ist, als der Mindest-Separationsabstand beträgt.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsvorrichtung (50) ferner eine Signalerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung ausgleichender Klingengeführungen aufweist, um die Trennklinge (20) längs kritischer Trennbahnen zu führen, die durch die Berechnungs- und/oder Vergleichsvorrichtung (60, 62 bzw. 58) identifiziert worden sind.

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerzeugungsvorrichtung einen Generator (100) für reduzierte Vorschubgeschwindigkeit aufweist, um die Vorschubgeschwindigkeit der Trennklinge (20) längs einer identifizierten, kritischen Trennbahn zu reduzieren.

4. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerzeugungsvorrichtung einen Kursabweichungs-Signalgenerator (102) zur Erzeugung von Signalen aufweist, um die Klinge (20) etwas aus einer zur kritischen Trennbahn tangentialen Stellung heraus und von der benachbarten Trennbahn weg zu orientieren.

5. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerzeugungsvorrichtung eine Bahnmodifizierungsvorrichtung (106) aufweist, um die kritische Trennbahn und/oder die Trennklinge (20) von der benachbarten Trennbahn zu versetzen.

6. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten-Verarbeitungsvorrichtung (15) eine Vorrichtung (60, 62) aufweist, um die Winkelbeziehungen der kritischen Trennbahn und der benachbarten Trennbahn zu berechnen, sowie eine Vorrichtung (58) zum Vergleichen der berechneten Winkelbeziehungen mit einem Mindestwinkel, um aus einer kritischen Klassifikation Trennbahnen auszuschließen, die eine Winkelbeziehung haben, die grösser als ein spezifischer Betrag ist.

7. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungsvorrichtung (15) einen Fensterkomparator (58) aufweist, der Muster in der Anordnung identifiziert, die potentiell kritische Trennbahnen hat, welche weniger separiert sind als der Mindest-Separationsabstand von einem benachbarten Muster beträgt, wobei der Fensterkomparator (58) in der Datenverarbeitungsvorrichtung (15) so angeschlossen ist, dass er die Musterdaten vor der Berechnungsvorrichtung (60, 62) für die Bahnseparation empfängt.

8. Anlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fensterkomparator (58) eine Vorrichtung zum Feststellen und/oder Einstellen von Fenstern aufweist, die durch die Grenzen der Musterstücke in beiden Koordinatenrichtungen definiert sind, sowie eine Vorrichtung zum Vergleichen der Fenster eines Musterstücks mit einem anderen auf Überlappung hin.

9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Fensterkomparator (58) und die Berechnungsvorrichtung (60, 62) für die Bahnseparationen zusammenwirken, um die Berechnung der Separationsabstände auf diejenigen Abschnitte der Trennbahnen zu begrenzen, die innerhalb der Fensterüberlappung liegen.

10. Verfahren zum Trennen von Musterstücken aus flächigem Material mit einer Trennklinge und vorverarbeiteten Markierungsdaten, die die Musterstücke in einer dicht gepackten Anordnung definieren, dadurch gekennzeichnet, dass es folgende Schritte aufweist:

a) Reduzieren der Musterstücke in der Markierungsanordnung auf maschinenlesbare Daten, die die Formen und die Positionierung der Musterstücke in der Anordnung definieren,

b) Vorverarbeiten dieser Daten durch Vergleichen der Daten eines Musterstücks mit einem anderen in einem Datenprozessor, um die Separation zwischen den Stücken in der Anordnung zu bestimmen, wobei im Datenprozessor kritische Segmente einer Trennbahn für ein Musterstück identifiziert werden, die dichter bei einem benachbarten Musterstück angeordnet sind, als ein vorbestimmtes Mass beträgt,

c) Erzeugen von Grund-Befehlssignalen aus den maschinenlesbaren Daten, um die Trennklinge längs Trennbahnen zu führen, die durch die Formen und Positionierungen der Musterstücke in der Anordnung definiert sind,

d) Erzeugen abhelfender Befehlssignale, um die Trennklinge an den identifizierten, kritischen Segmenten vorbeizuführen, und

e) Trennen der Musterstücke vom Material durch Führen der Trennklinge längs Trennbahnen, die durch die Formen und Positionierungen der Musterstücke definiert sind, und zwar mit den Grund- und abhelfenden Befehlssignalen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Erzeugen von Grund-Befehlssignalen aus den maschinenlesbaren Daten Grund-Befehlssignale erzeugt, die die Vorschubgeschwindigkeit der Trennklinge längs einer Trennbahn steuern, und dass man beim Erzeugen abhelfender Befehlssignale Signale erzeugt, die die durch die Grund-Befehlssignale bestimmte Vorschubgeschwindigkeit längs der identifizierten, kritischen Segmente einer Trennbahn reduziert.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Erzeugen von Grund-Befehlssignalen aus den maschinenlesbaren Daten Grund-Befehlssignale erzeugt, um die Trennklinge tangential zu einer Trennbahn an jeder Stelle längs der Bahn zu orientieren, und dass man beim Erzeugen abhelfender Befehlssignale Kursabweichungs-Befehlssignale erzeugt, um die Trennklinge etwas aus der Tangentialstellung heraus und von einem benachbarten Musterstück weg zu drehen, und zwar längs der identifizierten, kritischen Segmente einer Trennbahn.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Erzeugen abhelfender Befehlssignale Signale erzeugt, um die Trennklinge längs einer Trennbahn zu führen, die von dem benachbarten Musterstück um einen begrenzten Betrag versetzt ist, und zwar bei einem identifizierten, kritischen Segment.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Erzeugen von Führungssignalen eine neue Trennbahn erzeugt, die von einem identifizierten, kritischen Segment in einer alten Trennbahn um einen fixierten Betrag versetzt ist, und dass man die neue Trennbahn in die alte Trennbahn an den gegenüberliegenden Enden des kritischen Segments zumischt.

15. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Vergleichen eines Musterstücks mit einem anderen im Datenprozessor, um kritische Segmente ei-

ner Trennbahn zu bestimmen und zu identifizieren, eine Reihenfolge ermittelt und/oder festlegt, in der die Musterstücke in der Markierung in der Anordnung getrennt werden sollen, und dass man die Daten eines Musterstücks nur mit den Daten von Musterstücken vergleicht, die vor dem einen Musterstück geschnitten werden sollen, um kritische Segmente zu identifizieren.

16. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man beim Reduzieren der Musterstücke zu Daten die Stücke auf Punktdaten in einem X-Y-Koordinatensystem reduziert und dass man beim Vergleichen vorgängig die Höchst- und Mindestwerte der Punktdaten in jeder Koordinate für ein Musterstück mit den betreffenden eines anderen Musterstücks vorvergleicht, um das Potential für kritische Segmente zu ermitteln und/oder festzulegen, die in den Trennbahnen existieren.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass man nach dem Vorvergleichen weitere Vergleiche durchführt, darunter das Vergleichen der zwei Höchstwerte der Punktdaten in jeder Koordinate für zwei Musterstücke und das Vergleichen der zwei Mindestwerte der Punktdaten in jeder Koordinate für dieselben zwei Stücke, um deren Bereiche mit dem Potential für kritische Segmente zu ermitteln und/oder festzulegen.

Die Erfindung betrifft eine Anlage gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäss Oberbegriff des Anspruchs 10.

Derartige Anlagen oder Einrichtungen und Verfahren werden insbesondere zum Trennen von Musterstücken oder Zuschnitten aus dicht gepackten Stapeln von schlaffem, flächigem Material verwendet, z. B. von gewobenem oder nichtgewobenem Textilmaterial, von Vinyl- und anderen Kunststoffen, von Papier, Pappe und Leder. Dafür sind in der Industrie numerisch oder sonstwie gesteuerte Trennmaschinen weit verbreitet. Dabei wird, z. B. in der Maschine der US-PS 3 495 492 eine hin- und hergehende Trennklinge längs Trennbahnen geführt, die durch die Umfangslinie des jeweiligen Musterstücks definiert sind, und zwar mittels einer numerischen oder sonstigen, auf Programmdateien ansprechenden Steuervorrichtung, die die verschiedenen Formen der Musterstücke und deren Positionierung in der Markieranordnung definieren. Ein Markierer ist eine schnittmusterähnliche Anordnung von Musterstücken, die dicht beieinander und manchmal unter gegenseitiger Berührung angeordnet sind, um beim Schneiden den Abfall und damit den gesamten Materialverbrauch auf ein Mindestmass zu verringern.

Bei schlaffem Material tritt die zusätzliche Schwierigkeit auf, dass eine Klinge mit scharfer, vorderer Schneidkante das Material bei der Vorbewegung längs einer Trennbahn zwar trennt, aber nicht in merklichem Ausmasse Material entfernt. Als Ergebnis davon wird das Material durch die vorbewegte Klinge zur Seite gedrückt und fliesst unter Ausübung von Druck im wesentlichen rund um die Trennklinge. Wegen des Eingriffs von Klinge und Material und weil schlaffes Material sogar in vielschichtigen, durch Unterdruck verdichteten (siehe US-PS) Stapeln biegsam bleibt, können beträchtliche Kräfte gegen die Klinge entwickelt werden und bewirken, dass die Klinge von der programmierten Trennlinie abweicht, ohne Rücksicht auf die Genauigkeit, mit der der Klingenpositioniermechanismus betätigt wird.

Beim Trennen derartiger Stapel mit einer schräggestellten Messerklinge können die aus den oberen Stapelschichten ge-

trennten Musterstücke etwas andere Formen und Abmessungen haben als die unteren, wo die vom Material auf die Klinge ausgeübten Störkräfte bewirken, dass sich die Klinge biegt. Das lässt sich einer ganzen Anzahl von teils bekannten und teils unbekannten Faktoren zuschreiben. Es ist jedoch bekannt, dass die Kräfte häufig in Verbindung mit Tangentialstellen oder mit Stellen dichter Annäherung bei dichter Schnittmusteranordnung auftreten. Wenn eine Trennklinge in dichter Nachbarschaft an einem benachbarten Musterstück vorbeiläuft, das in einem vorgängigen Arbeitsschritt getrennt worden ist, so unterbricht der bei diesem Arbeitsschritt erzeugte Einschnitt die Kontinuität des schlaffen Materials und erlaubt, dass sich das Material auf einer Seite der Klinge leichter zur Klinge erstreckt als auf der gegenüberliegenden Seite. Als Ergebnis davon erfährt die Klinge eine unausgeglichene, seitliche Belastung. Je mehr sich die Trennbahn einer vorgängigen Trennlinie nähert, umso grösser sind natürlich die unausgeglichene Belastung und die Biegung der Klinge. Unter Umständen bricht die Klinge oder springt völlig in den Einschnitt vom vorgängigen Arbeitsschnitt. Die letzten Folgen sind Ungenauigkeiten oder sogar Maschinenschäden.

Um diesen Schwierigkeiten abzuweichen, wurden bereits verschiedene Wege eingeschlagen. Zum Beispiel wird gemäss den US-PSen 3 855 887 und 3 864 997 eine hin- und herbewegte Messerklinge mittels Signalen für reduzierte Vorschubgeschwindigkeit in derart kritischen Trennbereichen verlangsamt, und Kursabweichungssignale können dazu verwendet werden, um die Klinge gleichzeitig aus einer Tangentialstellung herauszudrehen. Bis jetzt war jedoch die Einführung derartiger ausgleichender oder abhelfender Befehle bzw. Befehlssignale der Geschicklichkeit und Erfahrung der Person überlassen, die die Markieranordnung digitalisierte und das Trennprogramm in einem im Grunde manuellen Verfahren vorbereitete.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Anlage und eines Verfahrens der eingangs genannten Art, um die Nachteile bestehender Ausführungen zu vermeiden und um insbesondere Daten automatisch vorzuverarbeiten, die einen Markierer definieren, um Tangentialzustände, Stellen dichter Annäherung und andere kritische Trennbedingungen zu identifizieren und um ausgleichende oder abhelfende Befehle zu entwickeln, um ein Trennwerkzeug an solchen Trennbedingungen vorbeizuführen, und zwar ohne Einbusse an Genauigkeit oder ohne die Maschine durch übergrösse Werkzeugbelastung zu beschädigen. Diese Aufgabe wird bei der Anlage durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 und beim Verfahren durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 10 genannten Merkmale gelöst.

Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Anlage der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 9 und besonders vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens nach der Erfindung sind in den Ansprüchen 11 bis 17 beschrieben.

Die Vorverarbeitung dient also zur Ermittlung von Problemstellen mit überdurchschnittlich hoher Trennschwierigkeit aus den Markiererdaten sowie schliesslich zur Bildung abhelfender Motorbefehlssignale, wie z. B. solche zur Verlangsamung, zur Kursabweichung und zur Translation. Letztere erleichtern das glatte Trennen in den kritischen Bereichen, indem sie dort z. B. das Trennwerkzeug verlangsamen und/oder durch Translation gegebenenfalls auch Drehung dessen Weg von einer theoretischen Trennlinie abweichen lassen, beides jedoch nur soweit, wie es unbedingt notwendig ist. Die Vorverarbeitung erfolgt vorzugsweise mittels eines Mikroprozessors, der bezüglich Datenmenge, -geschwindigkeit, -vollständigkeit und -genauigkeit weitaus leistungsfähiger ist als ein Mensch während des Digitalisierungsprozesses. Auf diese Weise werden eine vollständige

Analyse des Markierers, eine bessere Qualität und eine bessere Qualitätskonstanz der erhaltenen Produkte erzielbar.

Bevorzugte Ausführungsformen des Erfindungsgegenstands sind nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, dabei zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Einrichtung an einer automatisch gesteuerten Trennmaschine schaubildlich;

Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Fig. 1;

Fig. 3 einen willkürlich gewählten Markierer in Draufsicht;

Fig. 4 einen Preprozessor in Form eines Blockdiagramms;

Fig. 5 und 6 eine Verlangsamung bzw. Kursabweichung, wie sie von einem Verlangsamungs- bzw. Kursabweichungsgenerator erzeugt werden kann, in Abhängigkeit von der Zeit (Abszisse);

Fig. 7 zwei Musterstücke mit einer Stelle des kürzesten Abstands voneinander;

Fig. 8 bis 17 Darstellungen zur Erläuterung der Arbeitsweise eines Fensterkomparators der Einrichtung der Fig. 1;

Fig. 18 und 19 in grösserem Massstabe Ausschnitte aus Fig. 7 mit mehr Einzelheiten; und

Fig. 20 die Logik einer Bahnmodifizierung als Fließdiagramm.

Die numerisch gesteuerte Trennmaschine 10 ist z. B. gemäss US-PS 3 495 492 ausgebildet, dient zum Trennen eines mehrschichtigen Stapels aus flächigem Material und ist mit einer Steuervorrichtung 12 mittels eines Kabels 14 verbunden, das noch andere Signale zwischen 10 und 12 überträgt. Ein Datenprozessor 15 ist der Steuervorrichtung 12 zugeordnet, der von letzterer verwendete Programmdateien vorverarbeitet, um Befehlssignale für einen Trennvorgang zu erzeugen. Der Prozessor 15 empfängt Eingangsdaten von einem Trennprogrammband 16, Lochstreifen oder sonstigem Datenspeicher und vorverarbeitet sie, bevor sie von der Steuervorrichtung 12 zur Steuerung der Trennmaschine 10 verwendet werden. Er analysiert die Trenndaten, um kritische Trennbahn-Segmente zu identifizieren, die aufgrund der dichtgepackten Anordnung der Musterstücke in einem Markierer zu Trennproblemen führen könnten. Die vorverarbeiteten Daten werden dann der Steuervorrichtung 12 zugeführt, der sie in Maschinenbefehle zum Führen einer hin- und herbewegten Trennklinge 20 längs verschiedener Trennbahnen P durch das Material verwandelt. Die so entstehenden Musterstücke können z. B. zur Herstellung von Bekleidung oder Polsterwaren verwendet werden. Die vorverarbeiteten Daten, die die eventuellen Bewegungen der Trennklinge 20 steuern, erlauben die Beibehaltung der dichten Packung der Musterstücke in einer Markiereranordnung. Die Daten enthalten nämlich ausgleichende Befehle zum Führen der Trennklinge durch schwierige Trennsituationen, die der dichten Packung zuzuschreiben sind, und zwar ohne Verlust an Trenngenauigkeit.

Die Trennmaschine 10 weist einen Tisch 22 mit einem durchgehenden Bett 24 auf, das die Stützfläche für den Stapel L definiert. Letzteres kann «Styrofoam» oder vorzugsweise Borsten enthalten, in die die Trennklinge 20 ohne gegenseitige Beschädigung leicht eintreten kann, während die Trennbahn P durchlaufen wird. Das Bett 24 kann auch mit Unterdruck arbeiten z. B. gemäss US-PS 3 495 492, um den Stapel fest in seiner Stellung zu halten.

Vorzugsweise ist die Trennklinge 20 eine oberhalb der Stützfläche des Tisches 22 mittels eines X-Schlittens 26 oder X-Wagens und eines Y-Schlittens 28 oder Y-Wagens aufgehängte Messerklinge. Der X-Schlitten 26 bewegt sich vor- und rückwärts in der dargestellten X-Koordinatenrichtung auf einem Schienensatz 30, 32, an dem ein X-Antriebsmotor angreift, der durch Steuersignale von der Steuervorrichtung

12 erregt wird. Der Y-Schlitten 28 ist am X-Schlitten 26 befestigt, um sich relativ zum X-Schlitten 26 in der Y-Koordinatenrichtung zu bewegen und wird mittels eines Y-Antriebsmotors 36 und einer Führungsspindel 38 verschoben, die zwischen dem Motor und dem Y-Schlitten angeschlossen ist. Ebenso wie der Motor 34 wird auch der Motor 36 durch Steuersignale von der Steuervorrichtung 12 erregt. Daher können koordinierte Bewegungen der Schlitten 26, 28 die Trennklinge 20 längs einer Trennbahn über jeden Bereich des Tisches 22 verschieben.

Die Trennklinge 20 ist von einer Plattform 40 überstehend aufgehängt, die am vorstehenden Ende des Y-Schlittens 28 angeordnet ist, um die scharfe, vordere Trennkante der Klinge in und ausser Trenneingriff mit dem Materialstapel auf dem Tisch 22 zu bringen. Die Klinge 20 wird mittels eines Antriebsmotors 42 hin- und herbewegt, der auch auf der Plattform 40 abgestützt ist.

Um Musterstücke eines Schnittmusters mittels irgend-einer automatisch gesteuerten Maschine zu trennen, ist es notwendig, die Konturen oder Umfangslinien jedes Musterstücks in eine maschinenlesbare Form zu bringen. Für eine NC-Maschine wie die Maschine 10 der Fig. 1 ist es üblich, die Konturen der Musterstück-Umfangslinien mittels eines Koordinaten-Digitizers auf Punktdaten zu reduzieren. Letzterer wird von Hand betätigt. In stärker automatisierten Anlagen können dafür aber auch Linienfolgevorrichtungen benutzt werden. In jedem Falle wird ein ausreichender Vorrat von Datenpunkten, die auf den Musterstück-Umfangslinien liegen, festgehalten, so dass die Anordnungen der Muster innerhalb der Schnittmusteranordnung ebenso wie die einzelnen Konturen der Stücke gut definiert sind. Aus diesen Daten erzeugt die Steuervorrichtung 12 die Befehlssignale, die die Schlitten 26, 28 der Fig. 1 veranlassen, dass die Trennklinge in Trenneingriff mit dem Material längs entsprechender Trennbahnen verschoben wird.

Fig. 3 lässt erkennen, dass die Vielzahl von Musterstücken, die zusammen das Schnittmuster bilden, Bereiche mit erhöhter Trennschwierigkeit enthält, und zwar wegen der unregelmässigen, verschiedenen Stückformen und der dichten Packung, die die Stücke an unregelmässig verteilten Stellen in dichte Nachbarschaft oder zur Berührung miteinander bringt. Die Schnittmuster selbst werden mit dieser dichten Packung entweder von Hand oder durch automatische oder halbautomatische Schnittmustergeneratoren erzeugt, z. B. gemäss US-PS 3 855 887.

Fig. 2 zeigt grobschematisch die verschiedenen Baugruppen zur Steuerung der Tätigkeit der Trennmaschine 10. Grundmarkierungsdaten definieren die Positionierung und Konturen der Musterstücke einer Schnittmusteranordnung z. B. gemäss Fig. 3, sind in Digitalform auf dem Programmband 16 gespeichert und werden dem Eingang des Datenprozessors 15 zugeführt. Nachdem die Daten im Prozessor 15 auf schwierige Trennbedingungen in Tangentialbereichen oder Bereichen dichter Annäherung analysiert worden sind, werden sie zusammen mit allen abhelfenden Befehlssignalen der Steuervorrichtung 12 zugeführt. Letzterer ist vorzugsweise ein NC-Rechner, der die digitalisierten Daten und abhelfenden Befehle nach üblichen Servo- und Kurven-Algorithmen in Motorsteuersignale umwandelt. Letztere werden dann den Antriebsmotoren in der Maschine 10 zugeführt, um die Trennklinge längs programmierter Trennlinien zu führen.

Fig. 7 zeigt zwei Musterstücke A, B, die im Schnittmuster so angeordnet sind, dass die Oberkante des Musterstücks A in dichter Nachbarschaft zur Unterkante des Musterstücks B liegt, und zwar in der Umgebung einer Stelle 50 am Umfang des Musterstücks B. Die Separation der Musterstücke

an der Stelle 50 ist minimal, und eine solche Stelle wird daher als Stelle dichtester Annäherung bezeichnet.

Es hat sich aus der Erfahrung ergeben, dass, wenn die Stellen dichter Annäherung durch gewisse Mindestabstände voneinander getrennt sind, welche von der Art des zu trennenden Materials abhängen, die Tiefe des Stapels und andere Faktoren, eine automatisch gesteuerte Trennklinge eine grosse Schwierigkeit hat, der programmierten Trennlinie zu folgen, wenn das benachbarte Musterstück vorher ausgetrennt worden ist. Wenn beispielsweise das Musterstück A vor dem Musterstück B getrennt worden ist, und wenn dann die Trennklinge 20 längs des Umfangs des Musterstücks B vorschreitet, und zwar im wesentlichen parallel zur Oberseite des Musterstücks A und dabei in die Nachbarschaft der Stelle 50 kommt, so können vom Material ausgeübte, auf die Trennklinge wirkende Seitenkräfte bewirken, dass die Trennklinge in den vorgängigen Ausschnitt hineinspringt, und zwar obwohl die X- und Y-Schlitten versuchen, die Trennklinge genau längs der programmierten Trennlinie durch die Stelle 50 hindurchzuziehen. Wenn die Trennklinge wahlweise die Stelle 50 passiert, haben seitliche Kräfte an der Trennklinge sich bis zu einem Punkt vergrössert, der bewirkt, dass die Klinge bricht. Wenn die Trennklinge in den vorgängigen Ausschnitt hineingesprungen ist, kann die Reaktion auf die Kräfte von der Trennklinge bewirken, dass das Material verschoben wird, bis die Trennkante wieder in das Material zurückgelangt und ihren Weg fortsetzt und zwar längs der übrigen Abschnitte des Umfangs des Musterstücks B. Die offenkundigen Ergebnisse davon sind, dass das programmierte Musterstück B in der Praxis nicht dem programmierten Profil für dieses Musterstück entspricht. Ähnliche Ergebnisse werden erzielt, wenn die Musterstücke streckenweise tangential zueinander verlaufen.

Solche Trennschwierigkeiten treten gewöhnlich dann auf, wenn die Trennbahnen im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und wenn die Winkelbeziehung zwischen den benachbarten Trennbahnen kleiner als ein bestimmter Wert sind, wie z. B. 30° . Bei grösseren Winkeln haben seitliche, auf die Klinge ausgeübte Belastungen, keine ernsthaften Folgen, und es gibt da keine Segmente der Trennbahnen, welche das Bestreben haben, eine Parallelbeziehung zueinander anzunähern.

Erfindungsgemäss werden die Daten, welche das Schnittmuster definieren, durch den Prozessor 15 analysiert, um Tangentialstellen oder Stellen dichter Annäherung zu identifizieren. Genauer gesagt werden die Musterstücke analysiert, um kritische Trennbahnen zu identifizieren, die Separationsabstände haben, welche kleiner sind als ein vorbestimmter minimaler Separationsabstand. Wenn derartige Trennbahnen lokalisiert sind, erzeugt der Prozessor auch abhelfende oder ausgleichende Befehlssignale, um die Trennklinge wirksam an der kritischen Trennstelle vorbeizuführen, ohne dass dabei die obenerwähnten Schwierigkeiten auftreten.

Fig. 4 zeigt die Baugruppen des Datenprozessors 15 an einer Ausführungsform. In typischer Weise stellt der Prozessor 15 einen Teil der Dateneingangsvorrichtung für die Steuervorrichtung 12 dar und kann Software- oder Firmware-Programme enthalten oder mit einer hartverdrahteten Bauweise versehen sein. Ein geeigneter Prozessor wird von der Firma Hewlett-Packard unter der Bezeichnung «Typ 21 MXE Nr. 2113» hergestellt.

Wie Fig. 4 zeigt, werden die digitalisierten Schnittmustersdaten, welche die Konturen und Anordnungen von jedem der Musterstücke des Schnittmusters definieren, vom Programmband 16 einem Schnittmusterspeicher 56 am Eingang des Prozessors zugeführt. Die Punktdaten, welche jedes Musterstück definieren, werden nach und nach dem Speicher in der Reihenfolge zugeführt, mit der die Musterstücke aus

dem Stapel getrennt werden. Vorzugsweise hat der Schnittmusterspeicher 56 eine Speicherkapazität, welche ausreicht, alle Musterstücke des Schnittmusters oder wenigstens eine genügende Anzahl von Musterstücken aufzunehmen, um eine Analyse für alle Stellen dichter Annäherung oder alle Tangentialstellen der Musterstücke bei einer allgemeinen Stellung des Schnittmusters durchzuführen.

Im Prozessor 15 befindet sich ein Fensterkomparator 58, der eine vorläufige Analyse der im Schnittmusterspeicher 56 gespeicherten Daten durchführt, um festzustellen, wenn potentiell kritische Trennbahnen durch die Schnittmustersdaten definiert sein können. Eine solche vorläufige Analyse wird durch Vergleich der Maximal- und Minimalkoordinaten eines gegebenen Musterstücks mit den Maximal- und Minimalkoordinaten aller vorgängig abgetrennten Musterstücke durchgeführt. Da die Musterstücke definierenden Daten in dem Schnittmusterspeicher 56 in der Reihenfolge gespeichert sind, in der die Musterstücke getrennt werden, ist die Analyse der Koordinaten entsprechend dieser Reihenfolge möglich.

Um die Arbeitsweise des Fenstergenerators 58 und die von ihm ausgeführten Vergleichsschritte sowie die Fig. 8 bis 17 besser zu verstehen, ist eines der Musterstücke des Schnittmusters der Fig. 3 durch ein Fenster eingerahmt worden, das Begrenzungslinien aufweist, die durch die Maximal- und Minimalkoordinaten längs der X- und Y-Achse ermittelt worden sind. Die oberen und unteren Begrenzungslinien längs der X-Koordinatenachse sind mit XL bzw. XU bezeichnet. Entsprechend sind die unteren und oberen Begrenzungslinien längs der Y-Koordinatenachse durch YL bzw. YU bezeichnet. Diese Begrenzungslinien werden in den Punktdaten des Schnittmusterspeichers 56 dadurch angeordnet, dass man alle die Koordinatendaten abtastet, die ein bestimmtes unter Beobachtung stehendes Musterstück definieren, und indem man die Maximal- und Minimalwerte für jede Koordinatenachse auswählt. Eine solche Abtastung und Auswahl des Maximal- oder Minimalwertes von einer identifizierten Datengruppe ist für Datenverarbeiter eine elementare Tätigkeit.

Sobald das Fenster eines vorgegebenen Musterstücks durch den Fensterkomparator 58 definiert ist, wird das Fenster mit den Fenstern jedes anderen Musterstücks verglichen, die vor dem gegebenen Musterstück getrennt worden sind, um zu bestimmen, ob sich die Fenster überlappen oder nicht. Wenn der Komparator 58 keine Überlappung feststellt, dann liegt keine Überlappung der Musterstücke vor, und der Komparator 58 schreitet fort, um das nächste Musterstück in der Trennfolge zu prüfen. Wenn der Komparator jedoch eine Überlappung feststellt, dann ermittelt er die Seiten des Fensters, welche den Überlappungsbereich definieren, und andere Komponenten des Prozessors 15 führen dann detaillierte Analysen über die Daten innerhalb der Überlappungszone aus, um zu bestimmen, ob dort tatsächlich eine schwierige Trennbedingung vorliegt.

Fig. 7 zeigt die beiden den Musterstücken A, B zugeordneten Fenster. Es ist leicht einzusehen, dass die Fenster sich aufgrund einer dichten Nachbarschaft der Musterstücke überlappen, insbesondere in der Nachbarschaft der Stelle 50. Die oberen und unteren Begrenzungslinien der Fenster für die betreffenden Musterstücke sind mit unterbrochenen Linien dargestellt und tragen Kennbuchstaben, die den entsprechenden Musterstücken entsprechen. Dabei ist angenommen worden, dass das Musterstück B nach dem Musterstück A getrennt wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Fenster des Musterstücks B durch eine Nachbarschaftstoleranz T vergrössert worden. Letztere wird mittels des Nachbarschaftsvoreinstellers 66 der Fig. 4 ausgewählt und den maximalen Koordinatenwerten hinzuaddiert

sowie von den minimalen Koordinatenwerten eines Musterstücks subtrahiert, um auf diese Weise zu gewährleisten, dass keine zwei Musterstücke der Prüfung entgehen, wenn sie näher beieinander liegen als die Nachbarschaftstoleranz T . Wenn z. B. die maximale Y-Koordinate des Musterstücks B zufälligerweise auch an der Stelle der dichtesten Annäherung der beiden Musterstücke liegt, würden sich die durch diese Koordinaten definierten Fenster nicht überlappen. Nichtsdestoweniger kann eine schwierige Trennbedingung bei den Musterstücken unter einer solchen Nachbarschaft vorliegen. Die Nachbarschaftstoleranz T gewährleistet, dass ein potentielles Trennproblem identifiziert wird, wenn die Musterstücke dichter aneinanderliegen als der Abstand T beträgt. In typischer Weise beträgt eine solche Toleranz bei gewobenem Textilmaterial 6 bis 8 mm.

Fig. 8 erläutert den vorläufigen Datenverarbeitungsschritt, der innerhalb des Fensterkomparators 58 durchgeführt wird, um zu bestimmen, ob zwei Musterstücke oder genauer gesagt die Fenster von zwei Musterstücken eine Überlappung aufweisen oder nicht. Der erste Vergleichsschritt ist in Block 70 dargestellt und besteht darin festzustellen, ob die Ecke auf der rechten Seite des Fensters für das Musterstück B keine Überlappung mit der linken Ecke des Fensters für das vorgängig getrennte Musterstück A aufweist. Mit anderen Worten wird durch den Vergleich im Block 70 festgestellt, ob irgendein Potential für eine Überlappung an den betreffenden Seiten der Fenster vorliegt. Fig. 9 stellt diesen Vergleich schematisch dar. Wenn X_{LA} grösser ist als X_{UB} , so kann keine Überlappung der Fenster A, B vorliegen (Fig. 9) und es wird eine positive Antwort im Fenstergenerator 58 ausgegeben. Der Datenprozessor 15 fährt dann fort, das Fenster des Musterstücks B mit einem anderen, vorgängig getrennten Musterstück zu vergleichen. Dieser Vergleichsschritt wird wiederholt, bis alle vorgängig getrennten Musterstücke daraufhin überprüft worden sind.

Wenn das Ergebnis des durch den Block 70 dargestellten Vergleichs negativ ist, so existiert ein Potential für eine Überlappung, und der Fensterkomparator 58 führt dann einen weiteren Vergleichsschritt durch, der durch den Block 72 dargestellt ist. Dabei wird bestimmt, ob die linke Kante des Fensters für das Musterstück B sich nicht mit dem rechten Rand des Fensters für das Musterstück A überlappt. Wenn X_{UA} kleiner ist als X_{LB} , dann liegt keine Überlappung der Musterstücke vor (Fig. 10), und der Komparator 58 fährt dann fort, in die Koordinaten eines anderen vorgängig getrennten Musterstücks zu analysieren. Wenn der Vergleich im Block 72 negativ ausfällt, dann ist es notwendig, dass der Komparator einen weiteren, durch den Block 74 angedeuteten Vergleichsschritt durchführt. Dieser Schritt entspricht dem Diagramm in Fig. 11 und es wird dabei bestimmt, ob der obere Rand des Fensters für das Musterstück B sich nicht mit dem unteren Rand des Fensters für das Musterstück A überlappt. Wenn der Vergleich im Block 70 wieder eine zustimmende Anzeige liefert, so schreitet der Fensterkomparator 58 fort und analysiert ein anderes vorgängig ausgetrenntes Musterstück. Wenn aber eine negative Anzeige geliefert wird, führt der Komparator 58 einen weiteren Vergleich aus, der durch den Block 76 angedeutet ist. Dabei wird bestimmt, ob der untere Rand des Fensters für das Musterstück B sich nicht mit dem oberen Rand des Fensters für das Musterstück A überlappt (Fig. 12). Wenn das Ergebnis des Vergleichs im Block 76 positiv ist, dann existiert keine Überlappung und es werden dann andere vorgängig getrennte Musterstücke überprüft. Eine negative Anzeige in diesem Stadium der Analyse zeigt jedoch eine Überlappung an.

Als Ergebnis der in den Blöcken 70 bis 76 durchgeführten Vergleiche wird mindestens eine zustimmende Antwort geliefert, wenn die Fenster der beiden Musterstücke sich

nicht überlappen. Wenn keine einzige zustimmende Antwort bei einem dieser Vergleiche geliefert wird, dann ist die Existenz einer Überlappung der Fenster bestätigt.

Fig. 13 zeigt vier zusätzliche Vergleiche in Form von Blöcken 80 bis 86. Diese Vergleiche werden durchgeführt, um diejenige Seite oder Seiten für das Musterstück B festzustellen, welche das Fenster des Musterstücks A überlappen. Eine zustimmende Antwort am Ausgang des Blocks 80 besagt, dass sich die Fenster der Musterstücke A, B auf der linken bzw. rechten Seite überlappen (Fig. 14). Entsprechende zustimmende Anzeigen der Vergleiche in den Blöcken 82, 84 und 86 identifizieren Überlappungen in den Fenstern der Musterstücke, wie sie die Fig. 15, 16 bzw. 17 darstellen. Wenn eine Überlappung in den Fenstern vorliegt, dann erfolgen normalerweise zwei zustimmende Antworten, wobei sich die eine auf die beiden X-Begrenzungslinien der Fenster und die andere auf die beiden Y-Begrenzungslinien beziehen. Die vier Begrenzungslinien, die den zustimmenden Antworten zugeordnet sind, definieren den Überlappungsbereich der Fenster, so dass jede weitere Analyse der Umfangslinien der Musterstücke auf kritische Trennsegmente auf die Datenstellen begrenzt werden kann, welche in den Überlappungsbereich fallen.

Der Fensterkomparator 58 beseitigt also die Notwendigkeit, die Separation zwischen den Umfangslinien von Musterstücken zu bestimmen, welche nicht dichter aneinanderliegen als die Nachbarschaftstoleranz T beträgt. In einem Schnittmuster mit fünfzig oder mehr Musterstücken gibt es im allgemeinen nicht mehr als vier oder fünf Musterstücke, die in dichter Nachbarschaft zu einem gegebenen Musterstück liegen. Wenn also der Fensterkomparator 58 eine beträchtliche Anzahl von Musterstücken aus der Kategorie der potentiell kritischen Stellen ausscheidet, so erfordert das eine weitere Analyse. Wenn jedoch zusätzlich eine Überlappung von Fenstern vorliegt, erlaubt der Komparator 58 auch eine weitere Analyse der Umfangslinien von Musterstücken, um sie auf den Überlappungsbereich zu beschränken. Wenn also dementsprechend ein beträchtlicher Abschnitt der Berechnungs- und analytischen Schritte, die zur Lokalisierung kritischer Segmente der Trennbahnen für die Musterstücke notwendig sind, durch den Fensterkomparator 58 reduziert wird, und wenn die Rechnerzeit und die Kapazität der Einrichtung für die Rechner 60, 62 auf diese Weise reduziert wird, damit sie ihre Funktionen erfüllen können, und zwar ohne Verlust an Fähigkeit, die auf der Leitung liegenden Daten vorzuverarbeiten, so liegt eine Echtzeitanalyse vor, weil nämlich die Trennmaschine während dieser Zeit einen Trennvorgang durchführen kann.

Wie Fig. 4 zeigt, wird die Information, welche den Überlappungsbereich der Fenster identifiziert, sowohl dem Trennbahnseparationsrechner 60 als auch dem Winkelrechner 62 zugeführt. Im Rechner 60 wird die Separation zwischen benachbarten Trennbahnen innerhalb des Überlappungsbereichs mathematisch von den Punktdaten bestimmt, die im Pufferspeicher 56 enthalten sind. Wenn der Rechner bestimmt, dass die Separation zwischen benachbarten Trennbahnen an jeder Stelle kleiner ist als ein vorgegebener Wert, der durch die Bedienungsperson mittels des Separationsvoreinstellers 90 eingestellt worden ist, dann bestimmt der Rechner 62 auch die Eintritts- und Austrittswinkel zwischen den beiden Trennbahnen an jedem Ende des Segments, das dichter an einem vorgängig ausgeführten Schnitt liegt, als es der voreingestellte Separationswert erlaubt. Letzterer ist vorzugsweise der gleiche Wert wie die Nachbarschaftstoleranz T , kann aber auch davon abweichen. Wenn sowohl der Eintrittswinkel als auch der Austrittswinkel kleiner ist als ein spezifiziertes Grösstmass, das durch die Bedienungsperson mittels des Winkelvoreinstellers 92 eingestellt

worden ist, beispielsweise 30° , dann wird dasjenige Segment der Trennbahn längs des Umfangs des Musterstücks B als ein kritisches Segment bezeichnet.

Daher sind also kritische Segmente oder kritische Trennbahnen solche Segmente des Umfangs eines Musterstücks, welche dichter an einer vorgängig durchlaufenen Trennbahn liegen, als ein vorbestimmter Wert beträgt und dasselbe gilt für die festgestellte Winkelbeziehung zum vorgängig abgetrennten Musterstück in bezug auf einen vorbestimmten Winkelwert.

Um die Rechenoperationen der Rechner 60, 62 besser zu verstehen, sind die Abschnitte der Trennbahnen der Musterstücke A, B in Fig. 7, die in der Nachbarschaft des Punktes 50 der dichtesten Annäherung liegen, in grösserem Massstabe in Fig. 18 dargestellt.

In Fig. 18 ist der Überlappungsbereich aus Fig. 7 mit A, B bezeichnet und durch eine unterbrochene Linie dargestellt. Im folgenden wird angenommen, dass das Musterstück A schon ausgeschnitten worden ist, was in Fig. 18 durch Schraffierung angedeutet worden ist. Weiter wird angenommen, dass die Trennklinge das Musterstück B in Uhrzeigerichtung trennt, so dass die Klinge sich der Stelle 50 in einer Richtung annähert, die durch einen Pfeil 96 angedeutet ist.

Anfangs tastet der Trennbahnseparationsrechner und Vergleich 60 die Datenpunkte ab, welche den Umfang des Musterstücks B definieren, und lokalisiert diejenigen Datenpunkte, die in die Begrenzungslinien des Überlappungsbereichs A, B fallen. Sobald einmal die zuständigen Datenpunkte lokalisiert sind, berechnet der Rechner dann die Separation zwischen den Musterstücken A, B innerhalb des Überlappungsbereichs und vergleicht die berechneten Separationen mit dem voreingestellten Separationswert, beispielsweise mit T. Derjenige Abschnitt der Trennbahn innerhalb des Überlappungsbereichs, der dichter am Musterstück A liegt als der voreingestellte Wert T, wird als ein potentiell kritisches Trennbahnsegment identifiziert (a, b in Fig. 18). Der Separationsabstand T an den Enden der kritischen Trennbahn wird auch angezeigt.

Die Endpunkte a, b können eingesetzte Punkte sein, sind aber vorzugsweise die ersten digitalisierten Datenpunkte, die ausserhalb des Segments liegen, das vom Musterstück A keinen grösseren Abstand hat als T. Der Eintrittspunkt a wird dadurch lokalisiert, dass die Punktdaten innerhalb des Überlappungsbereichs in der digitalisierten Reihenfolge abgetastet werden (wobei man gewöhnlich eine Digitalisierung im Uhrzeigersinn für die Muster annimmt). Danach wird die Separationsberechnung an jeder Stelle durchgeführt. Der Austrittspunkt b wird auf die gleiche Weise lokalisiert mit der Ausnahme, dass die Daten in der umgekehrten Reihenfolge abgetastet werden.

Nachdem die Endpunkte a, b identifiziert worden sind, bestimmt der Winkelrechner und -vergleich 62 die Winkelbeziehung der Trennbahn am Musterstück B am Eintrittspunkt a mit der benachbarten Trennbahn am entsprechenden Punkt a am Umfang des Musterstücks A. In ähnlicher Weise bestimmt der Rechner 62 die Winkelbeziehung zwischen der Trennbahn am Musterstück B an der Stelle b mit dem entsprechenden Punkt n am Musterstück A. Wenn beide Winkelbeziehungen kleiner sind als der mittels des Voreinstellers 92 voreingestellte Winkelwert, dann wird das Segment a, b der Trennbahn am Musterstück B als ein kritisches Trennsegment oder eine kritische Trennbahn bezeichnet.

Wie schon erwähnt, können beträchtliche Schwierigkeiten auftauchen, wenn zwei Trennbahnen in dichter Nachbarschaft beieinander vorbeigehen, und zwar in derselben allgemeinen Richtung, d. h. mit kleinen Winkelbeziehungen. Daher prüfen die Rechner 60, 62 die ausschlaggebenden Para-

meter, die schwierigen Trennbedingungen zugeordnet sind, und lokalisieren die Endpunkte a, b mit hoher Genauigkeit.

Wegen der dichten Nachbarschaft der kritischen Trennbahn a, b zum Musterstück A, würde die Trennklinge Schwierigkeiten haben, die programmierte Trennlinie zu verfolgen, wenn nicht einige abhelfende Befehle erzeugt würden, um der Klinge beim Durchgang durch diesen Bereich zu helfen. Ein Verlangsamungsgenerator 100, ein Kursabweichungsgenerator 102, ein Streichgenerator 104 und ein Trennbahnmodifizierer 106 sind deshalb im Datenprozessor 15 der Fig. 4 vorhanden, um mindestens einen abhelfenden Befehl für kritische Trennbahnen zu erzeugen. Die Verlangsamung der Vorschubgeschwindigkeit ist ein Mittel, um Trennschwierigkeiten zu vermeiden, die mit dichten, einander benachbarten Trennstellen verbunden sind. Der Verlangsamungsgenerator 100 erfüllt diese Aufgabe. Bei der Ausführungsform des Datenprozessors der Fig. 4 empfängt der Generator 100 Informationen, die die Datenpunkte a, b definieren, und setzt in die Daten für die Stelle a einen Verlangsamungsbefehl ein, um die Trennklinge längs der kritischen Trennstelle mit einer geringeren Geschwindigkeit vorzubewegen, sowie einen Befehl zur Wiedererhöhung der Geschwindigkeit an der Stelle b. Die Punktdaten mit den Verlangsamungs- und Wiedererhöhungsbefehlen werden dann mit den anderen Punktdaten im Pufferspeicher 101 der Fig. 4 gespeichert.

Fig. 5 zeigt ein typisches Befehlssignalprofil, das durch den Generator 100 erzeugt worden ist. Die maximale Vorschubgeschwindigkeit F, M, welche vom Programmdateingang zu der Steuervorrichtung 12 eingestellt wird, wird proportional an der Stelle a zu einer kleineren Geschwindigkeit F, S reduziert und auf dieser Höhe festgehalten, bis die Trennklinge die Stelle b erreicht. Dort wird die Vorschubgeschwindigkeit proportional zur programmierten Maximalgeschwindigkeit F, M vergrössert, wenn die Trennklinge den kritischen Trennbereich verlässt.

In ähnlicher Weise erzeugt der Generator 102 ein Kursabweichungssignal, um die Trennklinge leicht aus einer tangentialen Stellung zur Trennbahn heraus und in Richtung auf die Seite der Trennbahn, die dem benachbarten Musterstück A entgegengesetzt ist, zu drehen oder zu orientieren. Ähnlich wie der Generator 100 empfängt der Generator 102 vom Separationsrechner 60 Daten, die die Stellen a, b längs der kritischen Trennbahn identifizieren, und führt in die Programmdateien vor der Speicherung im Pufferspeicher 101 ein Kursabweichungssignal an der Stelle a und ein Annullierungssignal an der Stelle b ein.

Gemäss Fig. 6 wächst das Kursabweichungssignal von einem Nullwert an der Stelle a bis zu einem ausgewählten Maximalwert VM, der aufrechterhalten wird, bis die Trennklinge die Stelle b erreicht, wonach das Signal aufgehoben wird. Als Ergebnis davon wird die Trennklinge nach dem Erreichen der Stelle a der Trennbahn leicht aus der Ausrichtung mit der Trennbahn heraus und vom Musterstück A weg gedreht und behält diese Orientierung, wenn die Klinge durch die Stelle 50 hindurchgeht, bis sie die Stelle b erreicht. Danach nimmt die Klinge eine Orientierung an, die durch die üblichen Befehlssignale von der Steuervorrichtung 12 bestimmt ist.

Vorzugsweise werden die Generatoren 100, 102 gleichzeitig betätigt, da deren Signale zusammenwirken, um die Trennklinge am kritischen Trennbereich vorbei zu bewegen, und zwar ohne spürbaren Verlust an Trenngenauigkeit, wie sie sonst mit der dichten Annäherung benachbarter Trennbahnen verbunden ist.

Ein Hubsignalgenerator 104 liefert weitere abhelfende Befehlssignale für Abschnitte, wo die normale Hubsteuerung für die Trennmaschine überbrückt werden soll. Diese Hub-

steuerung bewirkt, dass sich die Geschwindigkeit der Hin- und Herbewegung der Trennklinge generell in Abhängigkeit von der Vorschubgeschwindigkeit der Trennklinge ändert. Unter schwierigen Trennbedingungen kann es jedoch erwünscht sein, diese Hubgeschwindigkeit über den normalen Wert hinaus zu vergrössern, um mehr Schneidwirkung je Länge oder je Weg zu erzielen. Diese Technik hilft der Trennklinge bei schwierigen Trennbedingungen. Der Generator 104 fügt also Hubbefehle zu den Punktdaten, die im Pufferspeicher 101 gespeichert sind.

Der Bahnmodifizierer 106 ist verwickelter als die anderen Generatoren, die abhelfende Befehlssignale für die Trennmaschine erzeugen. Er liefert eine absetzbare Trennbahn, die die Störkräfte verringert, die sonst Schwierigkeiten längs der kritischen Trennbahn bewirken würden.

Vorzugsweise ist der Bahnmodifizierer 105 ein Teil des Prozessors 15, der unter Ansprechen auf ein Software-Programm arbeitet, wie es in Fig. 20 angedeutet ist. Er kann nach Belieben der Bedienungsperson in Tätigkeit gesetzt werden, entweder unabhängig oder in Verbindung mit den anderen Generatoren 100, 102, 104. Seine grundsätzliche Wirkung besteht darin, eine abgesetzte Trennbahn zu bilden, die zur kritischen Trennbahn mindestens angenähert parallel ist. Bekannte Programme dieser Art werden z. B. routinemässig verwendet, um die radial abgesetzte Bahn eines Trennwerkzeugs zu berechnen, um ein gewünschtes Profil zu erzeugen wie z. B. die von der Werkzeugachse verfolgte, abgesetzte Bahn in NC-Fräsmaschinen oder dergleichen. Die hier erfolgte Übertragung auf schlaffes, flächiges Material ist aber neu, insbesondere in Verbindung mit der Erzeugung abhelfender Befehle unter schwierigen Trennbedingungen.

Wenn der Bahnmodifizierer 6 betätigt wird, um gemäss Fig. 20 abgesetzte Trennbahnen zu erzeugen, wird das Software-Programm bei 110 eingelesen. Den ersten Schritt führt der Block 112 aus, der den vom Voreinstell-Selektor 114 der Fig. 4 bestimmten Verzerrungs-Voreinstellwert K prüft. Der Verzerrungs-Voreinstellwert K gibt den minimalen gewünschten Abstand oder die Separation zwischen benachbarten Musterstücken an ihren dichtesten Stellen an und bestimmt zusätzlich die resultierende Separation zwischen einer kritischen Trennbahn und einem benachbarten Musterstück, nachdem der Bahnmodifizierer 106 eine neue abgesetzte Bahn berechnet hat.

Die Analyse im Block 112 des Programms bestimmt, ob der Voreinsteller auf irgendeinen Wert grösser als Null eingestellt worden ist, was bedeutet, dass mindestens eine gewisse Absetzung der Trennbahnen von einer Tangentialbedingung erwünscht ist. Wenn der Voreinsteller 114 auf Null steht, ist kein Absetzen erforderlich, und das Programm tritt an der Stelle 116 heraus.

Wenn aber der Wert grösser als Null ist, erfolgt der nächste Schritt im Block 122. Dort wird die kritische Trennbahn a , b für das Musterstück B abgetastet, um den Bahnabschnitt zu finden, der am Musterstück A dichter liegt als es der K -Wert zulässt. Dieser Bahnabschnitt wird als Passband c , d (Fig. 18) bezeichnet. Die Separationsberechnung erfolgt auf dieselbe Weise wie die der Anordnung der kritischen Bahn und vorzugsweise mit denselben Baugruppen, wie sie der Separationsrechner 60 hat.

Die Annäherungstoleranz T ist also etwas grösser als K . Daher liegen die Stellen a , b an denen Verzögerung befohlen wird, vor bzw. hinter den Stellen c , d . Es ist aber zulässig $T = K$ zu setzen. Dann fällt der Abschnitt der kritischen Trennbahn, der durch die vom Generator 100 bestimmte Änderung der Vorschubgeschwindigkeit beeinflusst ist, mit dem Passband zusammen.

Vorzugsweise verschiebt der Bahnmodifizierer 106 alle Punkte innerhalb des Passbands c , d um denselben Betrag F ,

so dass die Mindest-Separation gleich K ist. Folglich findet der nächste Schritt im Block 124 statt, wo der Mindestabstand P bestimmt wird. Das ist in dieser Phase relativ einfach, da im Block 122 bereits der Abstand der Trennbahn vom benachbarten Musterstück festgestellt worden ist. Durch Abtasten der ermittelten Separationsabstände wird der Mindestwert leicht gefunden.

Beim nächsten Schritt (Block 126) wird der F -Wert gemäss der einfachen Gleichung im Block 126 berechnet. Danach wird im Block 128 das Passband c , d verschoben oder wieder eingesetzt, indem neue Datenpunkte berechnet werden, die vom Passband um den Betrag von F abgesetzt sind. Die Endpunkte des so verschobenen Passbands c' , d' zeigt Fig. 18, wobei die unterbrochene Linie das neue Passband darstellt.

Die Absetzlinie zeigt Fig. 19. Beim Berechnen des Absetzens im Block 126 wird die Winkelhalbierende 48 in der an den Datenpunkten zu bewegenden Trennbahn ermittelt, z. B. Punkt 50. Die digitalisierten Datenpunkte 49, 51, die dem Punkt 50 im Laufe der Klingenbewegung vorangehen bzw. folgen, stellen die beiden Schenkel des Winkels dar. Die Linie 48 ist die Linie des Absetzens. Letzteres erfolgt immer weg von den benachbarten Musterstücken.

Da das neue Passband c' , d' von der ursprünglich programmierten Trennbahn abgesetzt ist, bewirkt der Block 130 einen weiteren Schritt, um das neue Passband reibungslos wieder in die ursprüngliche Trennbahn einzufügen, vorzugsweise nach der Gleichung im Block 130, wodurch dieses Einfügen exponentiell erfolgt. Dabei ist f der Absetzabstand an jeder gegebenen Stelle innerhalb des Einfügebands, F ist der im Block 126 berechnete Absetzabstand, s ist eine Konstante, vorzugsweise etwa -1°C und L ist eine Variable gleich dem Abstand längs der Trennbahn vom Ende des Passbands, d. h. c' oder d' je nach dem Ende, das in die ursprüngliche Trennbahn einzufügen ist. Wenn der s -Wert als Funktion des F -Wertes gewählt wird, ist die Einfügeschwindigkeit an jeder Problemstelle dieselbe, ohne Rücksicht auf den aktuellen Wert des Absetzens.

Der Block 130 zeigt, dass sich das Einfügen entweder bis zu einem Abstand s oder bis zu einer Ecke im Profil des Musterstücks B erstreckt, je nachdem was näher liegt. Das Einfügebands c' , e endet z. B. wegen des Vorhandenseins einer Ecke in der ursprünglichen Trennbahn, wogegen das mit der Stelle d' verbundene Trennband nicht so begrenzt ist und fortläuft, bis ein merkliches Verschmelzen der ursprünglichen und abgesetzten Bahnen auftritt. Im letztgenannten Falle kann das Einfügen sehr wohl die Grenzen der Trennbahn überschreiten, die innerhalb des Überlappungsbereichs A , B liegen, obwohl der Bahnmodifizierer 106 nur den innerhalb der Überlappung liegenden Abschnitt der ursprünglichen Trennbahn prüft. Wenn das neue Passband und benachbarte Einfügebänder geprüft worden sind, wird das Programm für den Bahnmodifizierer 106 z. B. an der Stelle 132 herausgelassen.

Demgemäss identifiziert der Prozessor 15 hier Stellen erhöhter Trennschwierigkeit in einem Schnittmuster und führt in die Daten abhelfende Befehlssignale ein, die die Vorschub- und/oder Hubgeschwindigkeit der Trennklinge verändern, ferner Daten zum Ausgleich von Kursabweichungen oder zum Absetzen der Trennbahn in kritischen Bereichen. Die abhelfenden Befehle können individuell oder in Kombination verwendet werden, um das Trennen zu verbessern und/oder zu beschleunigen.

Die Vorrichtung und das Verfahren lassen sich in vielen Einzelheiten abwandeln. Der Fensterkomparator reduziert z. B. sehr stark die Datenmenge für die detaillierte Prüfung im Prozessor 15. Das ist jedoch bei sehr grossen Speicherkapazitäten und Verarbeitungsgeschwindigkeiten weniger

wichtig. Auch die Teile 100, 102, 104, 106 können anders ausgebildet sein. Zum Beispiel kann eine Vorrichtung die Trennrichtung längs der Trennbahn in einem kritischen Bereich so ändern, dass sich die Trennklinge dem Tangentialpunkt oder dem Punkt dichter Annäherung immer von entgegengesetzten Seiten nähert. Andere abhelfende Befehle

können Signale bilden, die den Ausgang eines mit der Klinge gekoppelten Seitenlast-Sensors gemäss US-PS 4 133 235 ändern. Anstatt des Mikroprozessors 15 können auch hart verdrahtete oder Sonderzweck-Prozessoren bzw. Schaltungen 5 verwendet werden.

10

15

20

25

30

35

40

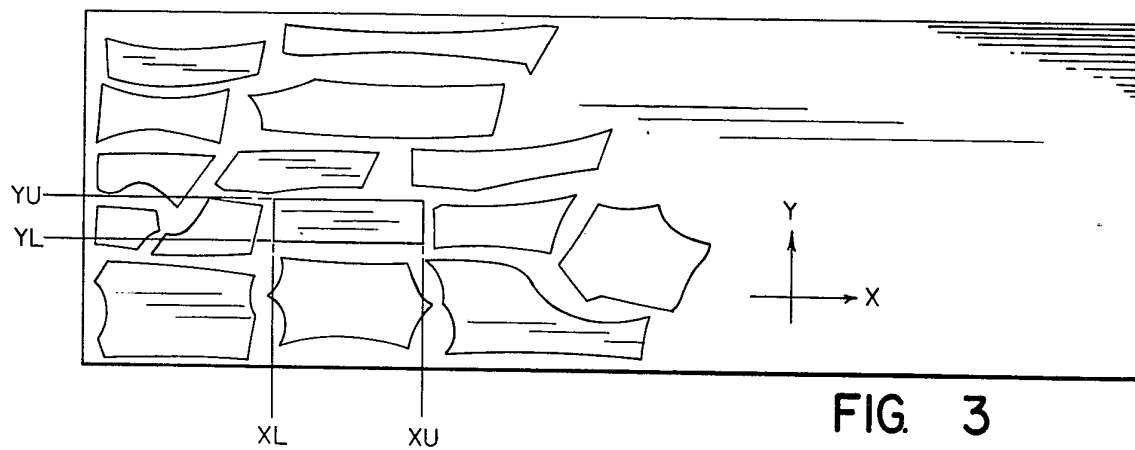
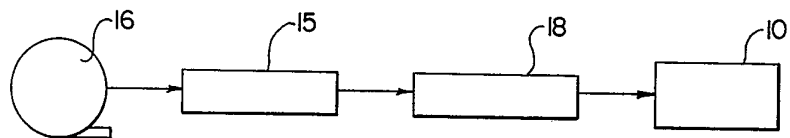
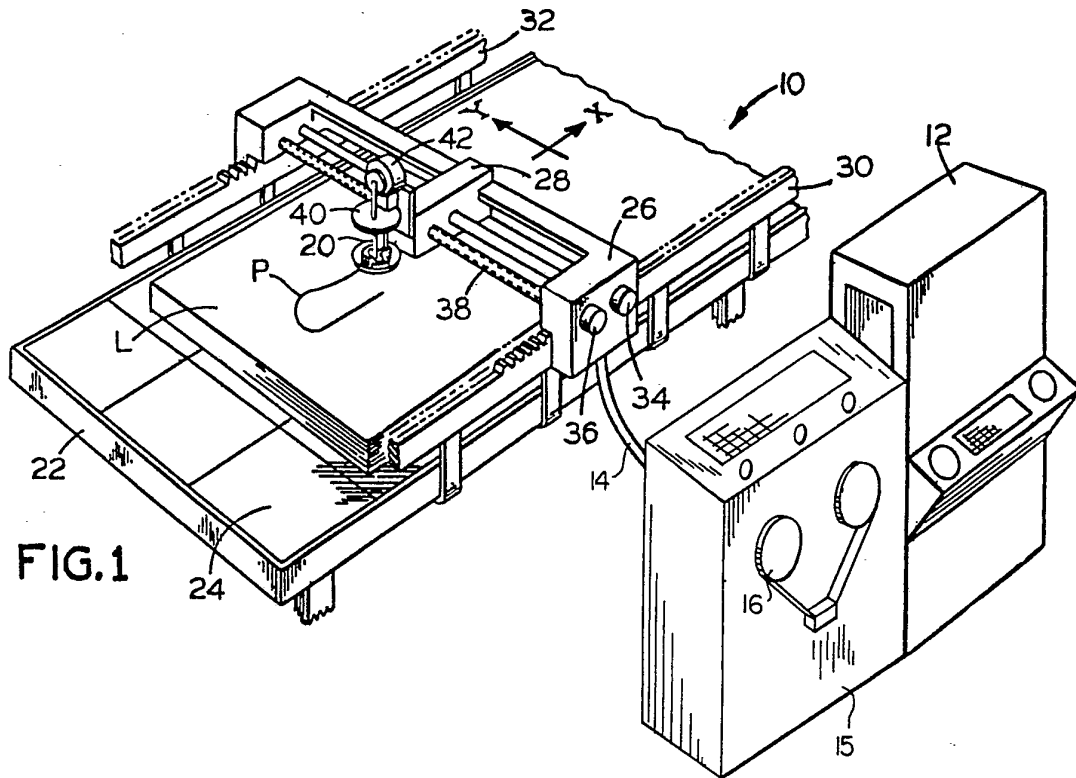
45

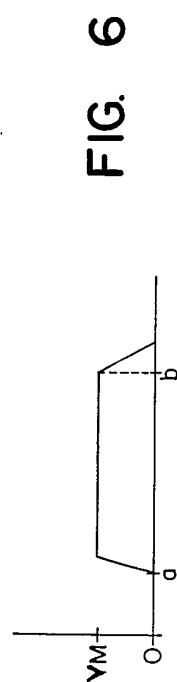
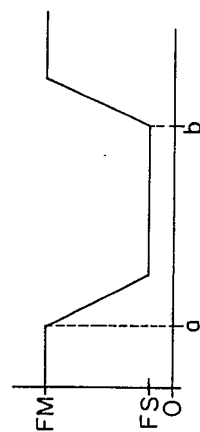
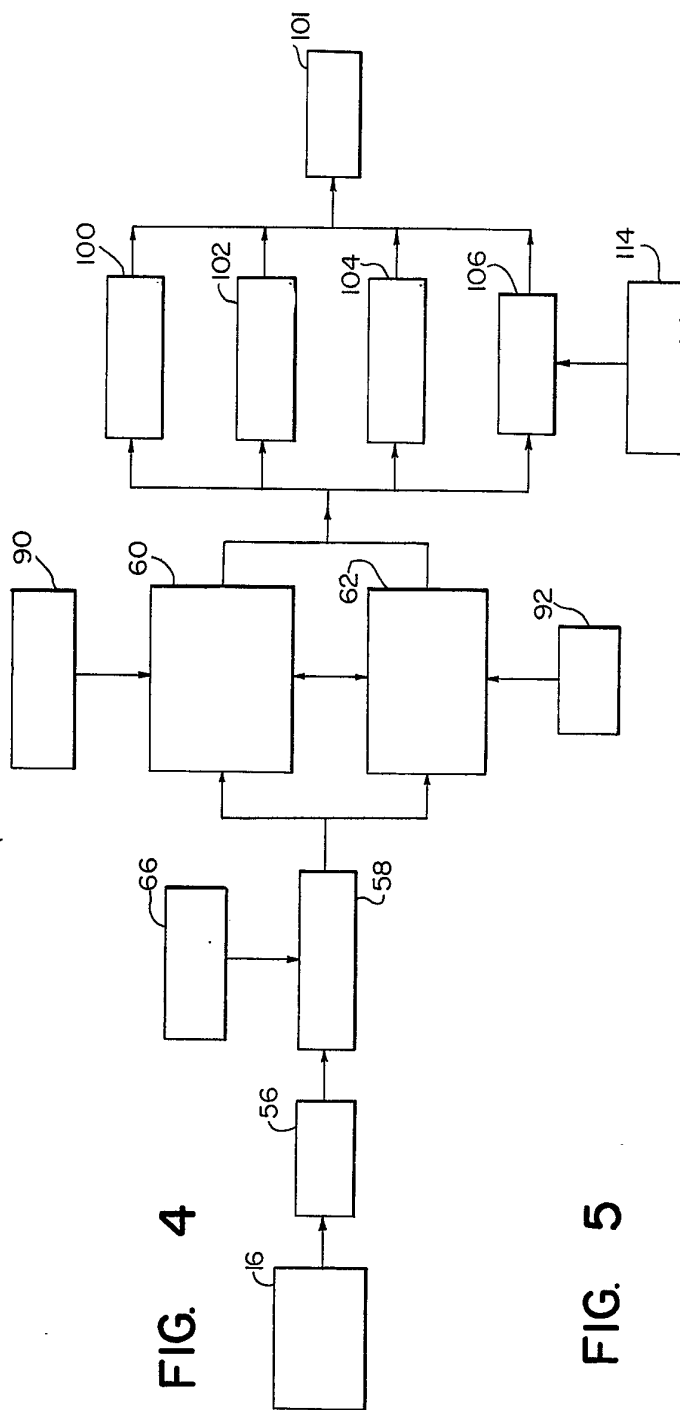
50

55

60

65





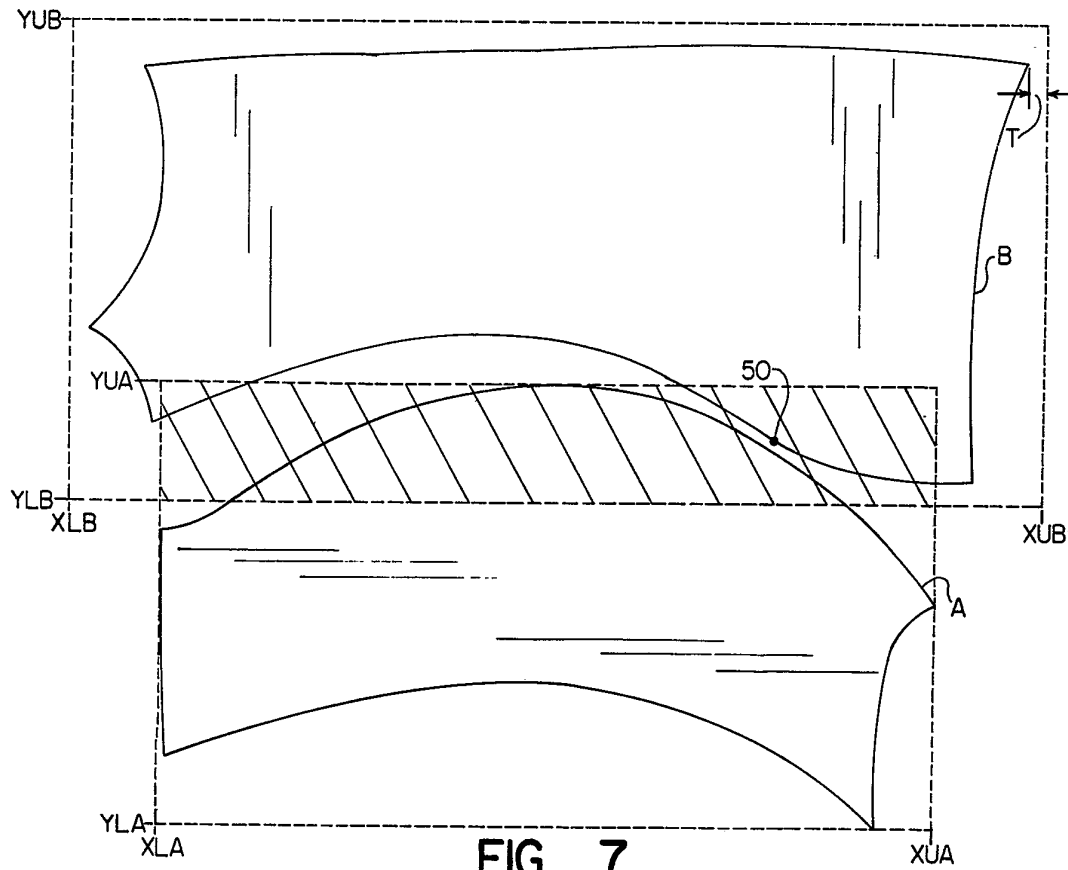


FIG. 8

70	$XLA > XUB$
72	$XUA < XLB$
74	$YLA > YUB$
76	$YUA < YLB$
80	$XLA > XLB$
82	$XUA < XUB$
84	$YLA > YLB$
86	$YUA < YUB$

FIG. 13

FIG. 9

FIG. 10

FIG. 11

FIG. 12

FIG. 14

FIG. 15

FIG. 16

FIG. 17

FIG. 20

