

(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 413 609 B 2006-04-15

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 744/2001 (51) Int. Cl.⁷: G05B 23/02
(22) Anmeldetag: 2001-05-10
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-08-15
(45) Ausgabetag: 2006-04-15

(56) Entgegenhaltungen:
WO 98/18970A1 JP 59019113A
US 5740686A US 5855131A
US 5787746A DE 19930173A1
US 6220068B1

(72) Erfinder:
LINSKESEDER JOHANN ING.
KEFERMARKT, OBERÖSTERREICH
(AT).
GUGGENBERGER JOSEF DR.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE
INDUSTRIANLAGENBAU GMBH & CO
A-4031 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
KEPLINGER SIEGFRIED DIPL.ING.
TRAUN, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHEIDL JOSEF DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
ANGERMAYER PETER DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
FUCHS WOLFGANG DIPL.ING.
KATSDORF, OBERÖSTERREICH (AT).
FORSTHUBER HEINZ DIPL.ING.
WALDING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR PRODUKTIONSSTUFENÜBERGREIFENDEN VERKNÜPFUNG VON DATEN

(57) In Produktionsanlagen die aus mehreren Produktionsstufen bestehen gehen Lagebezüge von in den einzelnen Stufen erfassten Daten verloren und stehen dadurch nachfolgenden Stufen nicht zur Verfügung. Es ist also nicht möglich erfasste Daten produktionsstufenübergreifend mit einander zur verknüpfen bzw. in Beziehung zu setzen. Deshalb ist es oft notwendig einen hohen Aufwand für Prozessüberwachung, Qualitätsnachweise, Problemanalysen, Recherchen (lokal an einer Anlage und produktionsstufenübergreifend) und Nachweisführung bei Kundenaudits zu betreiben. Die vorliegende Erfindung offenbart nun eine Möglichkeit wie mittels einer produktionsstufenübergreifende Projektion über zwei oder mehrere Produktionsstufen hinweg Daten miteinander verknüpft werden können.

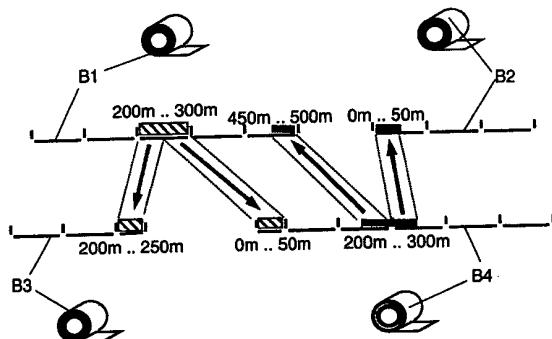


Fig. 12

Die gegenständliche Erfindung betrifft ein Verfahren zur produktionsstufenübergreifenden Verknüpfung von Daten kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich herstellbarer Produkte bzw. einer Produktionsanlage für kontinuierliche Produkte, insbesondere Walzprodukte, bestehend aus mehreren hintereinandergeschalteten Produktionsstufen, sowie eine zugehörige Vorrichtung und eine Verwendung dieser Vorrichtung in einer Anlage zur Produktion von Metallprodukten.

Aus der WO 98/18970 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Warmwalzprozess mittels miteinander verknüpfter Modelle modelliert wird und das Modell zur Vorausberechnung bestimmter Materialeigenschaften verwendet wird. Eine Verknüpfung von Daten erfolgt hier lediglich innerhalb einer einzigen Produktionsstufe, eben ein Warmwalzprozess, und dabei nur über mathematische Modelle.

In der JP 59019113 A hingegen wird ein Kalandrierwerk gezeigt, bei dem Messdaten lagebezogen erfasst und als Qualitätsdaten gespeichert werden. Der Lagebezug bleibt allerdings nur für diesen Produktionszustand erhalten. Folgt dem Kalandrierwerk eine weitere Produktionsstufe, würde der Lagebezug verloren gehen, da diese nicht entsprechend mitgeführt werden.

Die US 5 740 686 A beschreibt wiederum ein Verfahren zum Walzen eines Bandes in einer Grobwalzstraße und einer nachfolgenden Feinwalzstraße. Dabei wird der Walzprozess der Grobwalzstraße als Funktion von Schätzwerten der Bandbreitenänderung in der Feinwalzstraße eingestellt, um eine gewünschte Bandbreite nach der Feinwalzstraße zu erhalten. Damit hat man zwei Produktionsstufen deren erfassten Daten über eine im weitesten Sinne produktionsstufenübergreifende Projektion miteinander verknüpft werden. Es wird dabei eine Art Rückführung von Daten durchgeführt, indem Daten einer Grobwalzstraße zur vorgeschalteten Feinwalzstraße rückgekoppelt werden, um diesen zu adaptieren.

Bei der Produktion von kontinuierlichen Produkten, wie beispielsweise Walzerzeugnisse oder Papier, bei der mehrere von einander unabhängige Produktionsstufen hintereinandergeschaltet werden, existiert derzeit keine Möglichkeit einer durchgängigen, produktionsstufenübergreifenden Erfassung von Daten, die für die Qualität des Endproduktes maßgebend sind. Diese mangelnde Transparenz erfordert einen hohen Aufwand für Prozessüberwachung, Qualitätsnachweise, Problemanalysen, Recherche (lokal an einer Anlage und produktionsstufenübergreifend) und Nachweisführung bei Kundenaudits.

Die gegenständliche Erfindung setzt sich deshalb die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit der auf möglichst einfache Weise produktionsstufenübergreifend Auskunft über die aktuelle Qualitätslage des Produktes und des Produktionsprozesses gegeben werden kann und darüber hinaus für einen erkannten Fehler die Ursache in der Produktionshistorie gesucht werden kann.

Die Aufgabe wird für das Verfahren und die Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Daten lagebezogen erfasst werden und über eine produktionsstufenübergreifende Projektion über zwei oder mehr Produktionsstufen miteinander verknüpft werden, wobei der Lagebezug der Daten erhalten bleibt.

Das ermöglicht die Erfassung der Produkthistorie über mehrere Produktionsstufen hinweg, d.h. dass es jederzeit möglich ist einen momentanen Zustand auf gewisse historische Daten zurückzuführen, wodurch eine Dokumentation der Qualitätsentwicklung bzw. der Entstehung von Fehlern möglich wird. Weiters kann durch Erhalt von Qualitätsinformationen der vorgelagerten Produktionsstufen eine Folgestufe automationsunterstützt korrigierend reagieren, wodurch direkt auf die erzielbare Qualität Einfluss genommen werden kann.

Die Daten der einzelnen Produktionsstufen können ganz besonders einfach in Bezug zueinander gebracht werden, wenn sie lagebezogen erfasst, gespeichert und projiziert werden. Die Daten werden somit eindeutig einer bestimmten Lage zugeordnet und können so über die Lage

auch wieder rekonstruiert werden.

Durch die eindeutige Abbildung jedes lagebezogene Datum einer früheren Produktionsstufe auf eine bestimmte momentane Lage der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes durch

5 die Projektion, kann sichergestellt werden, dass die Lagebezüge einzelner Produktionsstufen nicht verloren gehen, sondern lediglich in „neue“ Lagebezüge umgerechnet wird. Dadurch kann eine produktionsstufenübergreifende Zuordnung der Messwerte zu bestimmten Lagen gewährleistet werden.

10 Da die Daten in vorteilhafter Weise abgespeichert werden, kann durch die Projektion jedes lagebezogene Datum der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes auch eindeutig auf eine bestimmte Lage einer früheren Produktionsstufe abgebildet wird. Dadurch wird es möglich, zu erfassten Fehlern eines Zwischen- oder Endproduktes bestimmte Produktionsbedingungen in vorherigen Produktionsstufen in Beziehung zu setzen und somit erstmals eine produktions-
15 stufenübergreifende Fehlerrecherche durchzuführen.

Für das Verfahren ist es vorteilhaft, das Vertauschen von Anfang und Ende des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsprozesse durch die Projektion zu berücksichtigen. Weiters wird vorteilhaft das Vertauschen der linken und der rechten Seite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsprozesse durch die Projektion berücksichtigt. Ebenso vorteilhaft ist es, das Vertauschen der Ober- und der Unterseite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsprozesse durch die Projektion und das Zusammenheften von kontinuierlichen Produkten und das Teilen in mehrere kontinuierliche Produkte während der Produktionsprozesse durch die Projektion zu berücksichtigen. Weiters ist es vorteilhaft, wenn das Abtrennen von Schrott am Einlauf und/oder am Auslauf des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsprozesse durch die Projektion und eine Längung oder Kürzung des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsprozesse durch die Projektion berücksichtigt wird.
30

35 Durch die Berücksichtigung aller Vorgänge einer Produktionsstufe, die die Lagebezüge der Daten verändern, kann die Historie der Daten produktionsstufenübergreifend erfasst werden und sichergestellt werden, dass die Lagebezüge der Daten nicht verloren gehen.

40 Es ist besonders günstig, einen Normzustand einzuführen und nach zumindest einigen Produktionsstufen die Lageinformationen zumindest einiger Daten von früheren Produktionsstufen unter Berücksichtigung aufgetretener Änderungen am kontinuierlichen Produkt auf den aktuellen Normzustand im Lager projiziert wird. Damit können die Lagebezüge nach einer in der gesamten Produktionsanlage gültigen Definition, dem Normzustand im Lager, angegeben werden, was die Verarbeitung und die Projektion der Daten wesentlich erleichtert.

Neben dem Speichern der gemessenen oder inspizierten Daten selbst, ist es sehr vorteilhaft, wenn zusätzlich bestimmte Daten von zumindest einigen Produktionsprozessen, Planungssystemen und/oder Produktionsautomationssystemen, beispielsweise Steuerinformationen oder Produktionsbedingungen, über eine Datenleitung von der Projektionseinheit erfasst und gespeichert werden. Somit ist nicht nur die Historie der eigentlichen Messdaten erfasst, sondern die gesamte Entstehungsgeschichte, einschließlich der Produktionsvorgänge während der Produktion des Produktes.
50

Das Verfahren lässt sich ganz besonders vorteilhaft in Regelung einbinden, indem eine nachgeschaltete Produktionsstufe auf die projizierten Daten früherer Produktionsprozesse zur Verbesserung der Qualität des Produkts korrigierend reagiert. Die projizierten Daten können somit vor dem Eintritt in eine Produktionsstufe analysiert werden und automatisch die Produktionsbedingungen in einer der nächsten Produktionsstufen angepasst werden, um beispielsweise be-
55

stimmte Fehler wieder zu beheben oder die Ausdehnung bestimmter Fehler zu verhindern.

Weiters ermöglicht das Verfahren eine Fehlerrecherche durchzuführen, indem Fehler bzw. Qualitätsmängel am Endprodukt oder an einem Zwischenprodukt, durch eine Rückwärtsprojektion bis zu ihrer Entstehung zurückverfolgt werden. Dadurch wird man durch eine Analyse der Produktionsanlage in die Lage versetzt, vorteilhaft unter Verwendung entsprechender Hilfsmittel, wie z.B. Computerprogramme, die Produktionsbedingungen der Produktionsanlage oder einzelner Produktionsstufen gezielt zu verbessern, um bestimmte Fehlermuster am Endprodukt oder an einem Zwischenprodukt zu vermeiden. Dies führt mit einem wesentlich geringerem Aufwand und einer wesentlich besseren Genauigkeit wie bis jetzt möglich, zu einer deutlichen Verbesserung der erzielbaren Qualität des Produktes.

Eine Regelung lässt sich wesentlich verbessern, wenn erfasste Fehler bzw. Qualitätsmängel im Endprodukt zu Produktionsbedingungen in vorhergehenden Produktionsstufen in Beziehung gesetzt werden, die so erhaltenen Informationen einer Regelung einer Produktionsstufe und/oder der Produktionsanlage zugeführt wird und die Regelung so adaptiert wird, dass diese Fehler bzw. Qualitätsmängel zukünftig vermieden werden können. Durch die nachträgliche Adaptierung der Regelung aufgrund den Erkenntnissen einer entsprechenden Analyse, kann verhindert werden, dass bestimmte Fehler wiederkehren, was zu einer zusätzlichen Verbesserung der erzielbaren Qualität des Produktes führt.

Ganz besonders sinnvoll und vorteilhaft ist es, die Produktionshistorie des Endproduktes abzuspeichern, womit diese bei Bedarf wieder abgerufen werden kann und die Historie des Endproduktes jederzeit, z.B. bei Beanstandungen, nachvollzogen werden kann.

Besonders einfach und effektiv wird die Projektionseinheit als computerunterstütztes System aufgebaut und die Projektion durch ein im computerunterstützten System ablaufbares Computerprogramm ausgeführt.

Die Erfindung wird anhand der beispielhaften, nicht einschränkenden Figuren 1 bis 12 beschrieben. Dabei zeigt

- Fig. 1 die Erfassung von Segmentdaten,
- Fig. 2 die Erfassung von Inspektionsdaten,
- Fig. 3 die Definition des Normzustandes im Lager,
- Fig. 4 die Vertauschung von Anfang und Ende,
- Fig. 5 die Vertauschung von links uns rechts,
- Fig. 6 die Vertauschung von oben und unten,
- Fig. 7 das Zusammenheften bzw. Teilen von Zwischenprodukten,
- Fig. 8 das Abschrotten des Einlaufs bzw. des Auslaufs,
- Fig. 9 die Bandlängung während einer Produktionsstufe,
- Fig. 10 die Projektion in Fertigungsrichtung über drei Produktionsstufen hinweg,
- Fig. 11 die Rückwärtsprojektion vom Endprodukt auf eine vorhergehende Produktionsstufe und
- Fig. 12 die Vorwärts- und Rückwärtsprojektion beim Trennen bzw. Zusammenheften von Bändern.

Bei der Erfassung von Daten von kontinuierlichen Produkten können grundsätzlich zwei Arten von Daten vorkommen, nämlich Segmentdaten, siehe Fig. 1, und Inspektionsdaten, siehe Fig. 2.

Zur Zuordnung von physikalischen Messwerten M, die während der Produktion von kontinuierlichen Produkten (im weiteren allgemein als Band B bezeichnet) gemessen werden, wird das Band B logisch in Segmente S_{n-1} , S_n , S_{n+1} geteilt und jedem Segment S_n werden die aktuellen Messwerte M zugeordnet, wie in Fig. 1 gezeigt. Diese Zuordnung wird in einer geeigneten Form, z.B. in einem zentralen Computersystem, abgespeichert. So entsteht eine lagebezogene,

das heißt eine dem Band B über die Bandlänge zugeordnete, Messwertkurve, die jedem Punkt am Band B exakt den an dieser Stelle, bzw. in diesem Segment S_n , gemessenen Wert zuordnet (Fig. 1). Die Länge eines Segments S_n ist dabei frei wählbar und hängt nur vom Bedarf und von den Eigenschaften des jeweiligen Messsensors ab. In Fig. 1 wird beispielsweise in jedem Segment S_n die Bandtemperatur erfasst und zur weiteren Verwendung abgespeichert. Es ist selbstverständlich möglich neben der Temperatur beliebige andere Messwerte M, beispielsweise die Banddicke oder -breite, die Oberflächenrauheit, etc., zu erfassen.

Diese Messwerte M können natürlich auch in regelmäßigen Zeitabständen erfasst werden, wobei eine Zeitrasterung und eine Lagerasterung des Bandes über die Geschwindigkeit des Bandes in einander umgerechnet werden können und deshalb für diese Anwendung als äquivalent anzusehen sind.

Unter Inspektionsdaten werden Informationen verstanden, die durch eine Kontrolle des Bandes B, z.B. durch eine optische Begutachtung der Oberfläche durch einen Arbeiter oder ein Automatisches System, entstehen und dem Band B unter genauer Angabe der Position, also ebenfalls lagebezogen, zugeordnet werden, wie in Fig. 2 gezeigt. In Fig. 2 tritt als Beispiel ein Fehler F, beispielsweise Rattermarken, von 100m bis 300m der Länge, 0.2m vom rechten Rand, an der Unterseite des Bandes B auf. Diese lagebezogenen Informationen werden wiederum in einer geeigneten Form zur weiteren Verwendung abgespeichert. Solche Messdaten, die in der Regel bestimmten Qualitätsmerkmalen des Bandes B zuordenbar sind, werden nun in jeder Produktionsstufe der Produktionsanlage für das Band B erfasst. Die Lagebezüge, bzgl. der momentanen Lage am Band, der erfassten und gespeicherten Messdaten werden durch produktionsbedingte Umwickelvorgänge oder bestimmten Produktionsprozessen in den einzelnen Produktionsstufen jedoch verändert und gehen im Extremfall verloren, wodurch kein Bezug zwischen den einzelnen Produktionsstufen herstellbar ist. Für die produktionsstufenübergreifende Ermittlung dieser Qualitätsdaten ist es erforderlich die Zuordnung der Messdaten der einzelnen Produktionsstufen zu bestimmten Lagen am Band B zu erhalten. Dies ist nur dann möglich, wenn es durch eine Projektion gelingt, Messdaten einer bestimmten Produktionsstufe eindeutig auf bestimmte Lagen am Band B einer anderen Produktionsstufe abzubilden.

Um die Lage eines Punktes des Bandes in der gesamten Produktionsanlage eindeutig zu bestimmen, ist es vorerst notwendig die Lagebezeichnung am Band eindeutig zu definieren. Dazu wird der sogenannte Normzustand im Lager, siehe Fig. 3, eingeführt. Für einen Betrachter, der von seiner Position aus das offene Ende des Bandes B über das aufgewickelte Band geschlagen sieht, der Pfeil in Fig. 3 (allen anderen Figuren) gibt die Blickrichtung eines virtuellen Betrachters wider, werden folgende Lagedefinitionen eingeführt:

Außenseite	=	Oben O,
Innenseite	=	Unten U,
offenes Ende	=	Anfang A,
eingewickeltes Ende	=	Ende E,
links	=	links L und
rechts	=	rechts R.

Mit dieser Definition ist es möglich die Lage jeden beliebigen Punktes des Bandes B, in jeder beliebigen Situation eindeutig zu bestimmen und anzugeben.

In einer Produktionsstufe sind verschiedene Produktionsschritte möglich, die die Lage eines Punktes, bzgl. der Definition des Normzustandes im Lager, verändern. Eine nicht erschöpfende Aufzählung solcher typischer, lageverändernder Produktionsschritte wird im folgenden gemacht:

a) Vertauschung von Anfang und Ende des Bandes:

In Fig. 4 wird das Band B von einer Haspel H1 von oben abgewickelt und kontinuierlich bearbei-

tet, z.B. durchläuft das Band B eine Walzstufe, und wird von einer zweiten Haspel H2 wieder von oben aufgewickelt, wodurch der Anfang A und das Ende E des Bandes B in jedem solcher Umwickelvorgänge vertauscht wird. Da die Messwerte lagebezogen sind, also beispielsweise vom Anfang A des Bandes B aus gemessen werden, dreht sich dadurch der Lagebezug der 5 Messwerte bzgl. Anfang A und Ende E auf der Haspel H2 ebenfalls um.

b) Vertauschung von links und rechts des Bandes

Fig. 5a zeigt wiederum ein Band B, das von einer Haspel H1 von oben abgewickelt, kontinuierlich bearbeitet und von einer zweiten Haspel H2 wieder von oben aufgewickelt wird. Durch diesen Vorgang werden die linke Seite L und die rechte Seite R des Bandes B auf der Haspel H2 vertauscht. Da die Messwerte lagebezogen sind, also beispielsweise von der linken Seite L des Bandes B aus gemessen werden, dreht sich dadurch der Lagebezug der Messwerte bzgl. linker Seite L und rechter Seite R auf der Haspel H2 ebenfalls um.

In Fig. 5b wird das Band B jedoch während des Produktionsschrittes über zwei Umlenkrollen umgelenkt und von der Haspel H2 dieses Mal von unten aufgewickelt. Dadurch bleiben die Lagebezüge hinsichtlich der linken L und der rechten Seite R erhalten.

c) Vertauschung von oben und unten des Bandes

Fig. 6a zeigt wiederum ein Band B, das von einer Haspel H1 von oben abgewickelt, kontinuierlich bearbeitet und von einer zweiten Haspel H2 wieder von oben aufgewickelt wird. Durch diesen Vorgang wird oben O und unten U des Bandes B nicht vertauscht.

In Fig. 6b wird das Band B jedoch während des Produktionsschrittes über zwei Umlenkrollen umgelenkt und von der Haspel H2 dieses Mal von unten aufgewickelt. Dadurch ändern sich die Lagebezüge hinsichtlich oben O und unten U an der Haspel H2. Da die Messwerte lagebezogen sind, also ein Fehler beispielsweise nur auf der Oberseite des Bandes B auftritt, dreht sich dadurch der Lagebezug der Messwerte bzgl. oben O und unten U auf der Haspel H2 ebenfalls um.

d) Zusammenheften und Trennen von Bändern

Um einen kontinuierlichen Betrieb sicherzustellen ist es grundsätzlich notwendig, ein Band an das vorhergehende Band anzuheften oder anzuschweißen. Vor dem Aufwickeln des Bandes steht es nun jeder Anlage frei diese Verbindung wieder aufzulösen oder beizubehalten. Ganz allgemein ist es prinzipiell möglich, die kontinuierlich am Aufhaspel einlaufenden, verbundenen Bänder an beliebiger Stelle zu teilen.

Die Fig. 7a zeigt zwei Bänder B1 und B2 die in einer Produktionsstufe zu einem Band B zusammengeheftet werden und zusammengeheftet aufgewickelt werden. Dadurch verschiebt sich für eines der beiden Bänder der Lagebezug bzgl. Anfang, bzw. Ende, des Bandes B.

In Fig. 7b wird hingegen ein Band B in einer Produktionsstufe in zwei Bänder B1 und B2 geteilt, wodurch sich die Lagebezüge bzgl. Anfang, bzw. Ende, der Bänder verschieben, sowie der Anfang und das Ende der Bänder neu definiert.

Als ein weiteres Beispiel werden in Fig. 7c drei Bänder B1, B2 und B3 in einer Produktionsstufe zu einem Band B zusammengeheftet und im Anschluss an die Produktionsstufe in zwei Bänder B4 und B5 geteilt. Dadurch verschieben sich wieder die Lagebezüge bzgl. Anfang, bzw. Ende, der Bänder und der Anfang und das Ende der Bänder werden neu definiert.

e) Abschrotten des Einlaufs bzw. des Auslaufs

Zusätzlich zum Teilen der Bänder vor dem Aufwickeln ist es möglich beliebige Mengen von Schrott S sowohl im Bandeinlauf als auch im Bandauslauf, in beiden Fällen sowohl am Bandanfang, als auch am Bandende abzutrennen. Das Abtrennen erfolgt beispielsweise durch am Einlauf und/oder am Auslauf vorhandene Scheren. In Fig. 8 wird als Beispiel im Bandeinlauf

5 eine bestimmte Länge des Anfangs und im Bandauslauf eine bestimmte Länge des Endes abgeschrottet. Durch das Abtrennen des Schrottes S verschiebt sich wiederum der Lagebezug der Messdaten, z.B. ein Fehler F von Position 200 bis 400m auf die Position 100 bis 300m, bezüglich des Anfangs, bzw. des Endes, des Bandes B.

10 f) Bandlängung

In vielen Produktionsstufen ergibt sich produktionsbedingt eine gewisse Bandlängung, z.B. bei mechanischer oder thermischer Bearbeitung, die natürlich direkten Einfluss auf die Lagebezüge der Messdaten hat. Deshalb ist es notwendig, alle Segmentgrenzen und Lagen von Inspektionsdaten durch eine Projektion entsprechend umzurechnen. In Fig. 9 wird ein Band B in einer Produktionsstufe einer Verlängerung, in diesem Beispiel einer 2.5-fachen Streckung, unterzogen. Dadurch ändern sich die Lagebezüge bezüglich des Anfangs, bzw. des Endes, des Bandes B von Segmentdaten beispielsweise von 0 bis 40m auf 0 bis 100m und von Inspektionsdaten beispielsweise von 106 bis 124m auf 265 bis 310m, also um den Faktor 2.5 verlängert.

20 Dieses Prinzip ist selbstverständlich äquivalent auch bei einer eventuellen Bandstauchung anwendbar.

25 In jeder Produktionsstufe werden die relevanten Messdaten vom System erfasst. Die Erfassung erfolgt entweder automatisch über entsprechende Messsensoren (hauptsächlich Segmentdaten), oder manuell durch entsprechendes Personal (hauptsächlich Inspektionsdaten). Weiters werden Steuerinformationen, wie beispielsweise Abwickeln von oben/unten, Aufwickeln von oben/unten, Definition der Gutseite bei der Inspektion, Definition der Abtrennstellen, etc., und eventuell gewisse Produktionsbedingungen der Produktionsstufen, wie z.B. die Menge des 30 zugeführten Kühlwassers, erfasst. Die Messdaten als auch die Steuerinformationen und Produktionsbedingungen werden gesammelt und abgespeichert, beispielsweise in einem zentralen Computersystem, und einer Projektionseinheit, beispielsweise ein zentrales Computersystem, zugeführt.

35 Nach jeder Produktionsstufe werden die Lageinformationen aller Messdaten der vorhergehenden Produktionsstufen auf den aktuellen Normzustand im Lager projiziert und eventuell für die zugehörige Produktionsstufe abgespeichert, beispielsweise in einem zentralen Computersystem. Die Projektion erfolgt dabei auf Basis der in den Punkten a) bis e) beschriebenen Lageänderungen der gespeicherten bzw. erfassten Messdaten und den gespeicherten bzw. erfassten 40 Steuerinformationen. Die Aufzählung a) bis e) ist dabei nicht erschöpfend, sondern lediglich beispielhaft. Alle qualitätsrelevanten Messdaten stehen somit unmittelbar nach jeder Produktionsstufe, also insbesondere natürlich auch nach dem Abschluss der Produktion für das Endprodukt mit richtigem Lagebezug für jedes erzeugte Band zur Verfügung. Es wird also die Historie der Messdaten und der Bänder vom Beginn der Produktion bis zum Endprodukt genau 45 erfasst und dokumentiert.

50 Um die Projektion in einem Beispiel übersichtlich darzustellen, werden vorerst vereinfachend nur die Bandlängung von Segmentdaten und Umwickelvorgänge betrachtet. In Fig. 10 wird von einem Band B am Auslauf Schrott S abgetrennt und einer Produktionsstufe, z.B. eine Kaltwalzstufe, zugeführt, die eine Verlängerung des Bandes B, in diesem Beispiel um den Faktor 2.5, bewirkt. Die Segmentdaten von 0 bis 40m, wobei der Schrott S in sinnvoller Weise nicht projiziert wird, werden durch die Streckung und Umwickelvorgänge auf die Position 400 bis 500m projiziert. Im Anschluss durchläuft das Band B eine weitere Produktionsstufe, z.B. eine Verzinkungsstufe, in der die Bandlänge gleich bleibt. Durch Umwickelvorgänge und durch das Abtrennen von Schrott S werden die Segmentdaten von vorhin auf die Position 0 bis 70m projiziert.

Durch diese Projektionen gelingt es somit, alle Lagebezüge der erfassten Messdaten der einzelnen Produktionsstufen über die gesamte Produktionsanlage hinweg zu erhalten. Man weiß z.B. insbesondere an welcher Position am Endprodukt ein Fehler aus einer beliebigen vorhergehenden Produktionsstufe zu liegen kommt. Dadurch kann die Historie des Produktes dokumentiert werden und eine durchgehende Qualitätssicherung sichergestellt werden.

Um die Ursache von Fehlern zu erforschen ist es neben der Projektion in Fertigungsrichtung (Vorwärtsprojektion) überdies notwendig, Segmentdaten und Inspektionsdaten auch gegen die Produktionsrichtung (Rückwärtsprojektion) zu projizieren, was mit der beschriebenen Projektion ohne weiteres durchführbar ist. Dadurch wird es möglich, zu erfassten Fehlern, Produktionsbedingungen an vorhergehenden Produktionsstufen in Beziehung zu setzen (Fehlerrecherche). Für die Darstellung in einem Beispiel wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nur der Effekt der Bandlängung betrachtet. Ausgehend von einem Endprodukt, bei dem am Anfang und am Ende des Bandes B Schrott S abgetrennt wird, wird in Fig. 11 eine Rückwärtsprojektion durchgeführt. Messdaten, insbesondere Fehler, beispielsweise im Bereich 170 bis 270m des Bandes B werden mittels der gespeicherten Steuerinformationen auf eine bestimmte Lage einer vorhergehenden Produktionsstufe rückprojiziert. Diese Ausgangslage kann natürlich bedingt durch vorhergehende Bandverbindungen bzw. -teilungen auch auf einem anderen als dem aktuellen Band zu liegen kommen. Es lässt sich also insbesondere feststellen in welcher Produktionsstufe unter welchen Produktionsbedingungen dieser Fehler entstanden ist. Dadurch lassen sich Informationen ableiten, die es erlauben den gesamten Produktionsprozess zu verbessern und somit die Qualität des Endproduktes zu erhöhen.

In einem anderen Beispiel wird das Trennen und das Zusammenheften von Bändern bei einer Vorwärts- und einer Rückwärtsprojektion betrachtet. Ein Band B1 wird in Fig. 12 in einer Produktionsstufe an einer Stelle, hier 250m vom Ende, getrennt und eine Hälfte des ursprünglichen Bandes B1 mit einem zweiten Band B2 zusammengeheftet. Dadurch ändern sich die Lagebezüge der Messdaten im Bereich 200 bis 300m am Band B1 auf 200 bis 250m am durch die Trennung entstehenden Band B3 und auf 0 bis 50m am durch die Trennung und die Zusammenheftung entstandenen Band B4. Durch die Trennung werden also nicht nur die Lagebezüge verändert, sondern auch die Zuordnung der Messdaten zu Bändern. Es ist also notwendig die Historie der Messdaten nicht nur lagebezogen zu erfassen, sondern auch hinsichtlich der verschiedenen Bänder. Ein Endprodukt enthält somit auch die Information aus welchen Bändern es entstanden ist.

Dies ist ganz besonders wichtig bei der Rückwärtsprojektion (Fehlersuche), bei der ein bestimmter Bereich eines Bandes auf die Ursprünge zurückverfolgt werden soll. Fig. 12 zeigt auch beispielhaft die Rückwärtsprojektion eines Bereiches von 200 bis 300m des Bandes B4. Aus den gespeicherten Informationen zu diesem Band B4 kann dieser Bereich auf den Bereich 450 bis 500m des Bandes B1 und 0 bis 50m des Bandes B2 zurückverfolgt werden. Dieser Bereich 200 bis 300m des Bandes B4 ist also aus einer Zusammenheftung zweier Bänder entstanden. Mittels der Daten zu den Bändern B1 und B2 kann die Historie dieser Bereiche in Folge auch noch weiter zurückverfolgt werden.

Durch die oben beschriebene Projektion, sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung, ist die Historie eines Produktes vollkommen transparent und kann vor allem aus den gespeicherten Daten, beispielsweise für Qualitätsnachweise oder Problemanalysen, jederzeit wieder rekonstruiert werden.

In der obigen Beschreibung wird der einfachheitshalber nur die lagebezogene Erfassung und Projektion von Daten in Längsrichtung von Bändern beschrieben. Natürlich kann und wird dieses Verfahren auch für die Projektion von lagebezogenen Daten über die Breite oder die Dicke des Bandes angewendet. Insbesondere ist mit Lage am Produkt bzw. mit Längung oder Kürzung des Produktes nicht nur eine Lage bzw. eine Längung oder Kürzung in Längsrichtung, sondern selbstverständlich auch in der Breite und der Dicke des Produktes umfasst.

Diese Projektion kann auch vorteilhaft in eine Regelung des gesamten Produktionsprozesses oder einzelner Produktionsstufen eingebunden werden. Werden nämlich bestimmte Fehler am Endprodukt mit bestimmten Produktionsbedingungen in Verbindung gebracht, was durch die Rückwärtsprojektion und den gespeicherten Daten möglich ist, kann die Regelung so adaptiert 5 werden, dass diese Produktionsbedingung vermieden werden, was zu qualitativ hochwertigen Produkten führt.

Patentansprüche:

- 10 1. Verfahren zur produktionsstufenübergreifenden Verknüpfung von Daten kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich herstellbarer Produkte bzw. einer Produktionsanlage für kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich herstellbare Produkte, insbesondere Walzprodukte, bestehend aus mehreren hintereinandergeschalteten Produktionsstufen, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Daten lagebezogen erfasst werden und über eine produktionsstufenübergreifende Projektion über zwei oder mehr Produktionsstufen miteinander verknüpft werden, wobei der Lagebezug der Daten erhalten bleibt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Daten durch Messung oder Inspektion lagebezogen erfasst, gespeichert und projiziert werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass durch die Projektion jedes lagebezogene Datum einer früheren Produktionsstufe eindeutig auf eine bestimmte momentane Lage der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes abgebildet wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass durch die Projektion jedes lagebezogene Datum der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes eindeutig auf eine bestimmte Lage einer früheren Produktionsstufe abgebildet wird.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vertauschen von Anfang und Ende des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vertauschen der linken und der rechten Seite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.
- 40 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vertauschen der Ober- und der Unterseite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.
- 45 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Zusammenheften von kontinuierlichen Produkten und das Teilen in mehrere kontinuierliche Produkte während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.
- 50 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abtrennen von Schrott am Einlauf und/oder am Auslauf des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.
- 55 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Längung oder Kürzung des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsstufen durch die Projektion berücksichtigt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach zumindest einigen Produktionsstufen die Lageinformationen zumindest einiger Daten von früheren Produktionsstufen unter Berücksichtigung aufgetretener Änderungen am kontinuierlichen Produkt auf den aktuellen Normzustand im Lager projiziert wird.
- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass Daten von zumindest einigen Produktionsstufen, Planungssystemen und/oder Produktionsautomationsystemen, beispielsweise Steuerinformationen oder Produktionsbedingungen, über eine Datenleitung von der Projektionseinheit erfasst und gespeichert werden.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine nachgeschaltete Produktionsstufe auf die projizierten Daten früherer Produktionsstufen zur Verbesserung der Qualität des Produkts korrigierend reagiert.
- 15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Fehlerrecherche durchgeführt wird, indem Fehler bzw. Qualitätsmängel am Endprodukt oder an einem Zwischenprodukt, durch eine Rückwärtsprojektion bis zu ihrer Entstehung zurückverfolgt werden.
- 20 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass erfasste Fehler bzw. Qualitätsmängel im Endprodukt zu Produktionsbedingungen in vorhergehenden Produktionsstufen in Beziehung gesetzt werden, die so erhaltenen Informationen einer Regelung einer Produktionsstufe und/oder der Produktionsanlage zugeführt wird und die Regelung manuell und/oder automatisch so adaptiert wird, dass diese Fehler bzw. Qualitätsmängel zukünftig vermieden werden können.
- 25 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Produktionshistorie des Endproduktes abgespeichert wird und bei Bedarf wieder abgerufen werden kann.
- 30 17. Vorrichtung zur produktionsstufenübergreifenden Verknüpfung von Daten kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich herstellbarer Produkte bzw. einer Produktionsanlage für kontinuierlich bzw. quasikontinuierlich herstellbare Produkte, insbesondere Walzprodukte, bestehend aus mehreren hintereinandergeschalteten Produktionsstufen, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Daten lagebezogen erfassbar sind und in einer Projektionseinheit durch eine produktionsstufenübergreifende Projektion über zwei oder mehr Produktionsstufen miteinander verknüpfbar sind, wobei der Lagebezug der Daten erhalten bleibt.
- 35 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Daten durch Messsensoren oder durch Inspektionen lagebezogen erfassbar, speicherbar und projizierbar sind.
- 40 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, *dadurch gekennzeichnet*, dass durch die Projektion jedes lagebezogene Datum einer früheren Produktionsstufe eindeutig auf eine bestimmte momentane Lage der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes abbildbar ist.
- 45 20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, *dadurch gekennzeichnet*, dass durch die Projektion jedes lagebezogene Datum der aktuellen Produktionsstufe oder des Endproduktes eindeutig auf eine bestimmte Lage einer früheren Produktionsstufe abbildbar ist.
- 50 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vertauschen von Anfang und Ende des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.
- 55 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, *dadurch gekennzeichnet*, dass das

Vertauschen der linken und der rechten Seite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.

- 5 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Vertauschen der Ober- und der Unterseite des kontinuierlichen Produkts durch das Abwickeln und Aufwickeln und/oder Umlenken des Produktes während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.
- 10 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Zusammenheften von kontinuierlichen Produkten und das Teilen in mehrere kontinuierliche Produkte während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.
- 15 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 24, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abtrennen von Schrott am Einlauf und/oder am Auslauf des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.
- 20 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Längung oder Kürzung des kontinuierlichen Produkts während der Produktionsstufen in der Projektionseinheit berücksichtigbar ist.
- 25 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach zumindest einigen Produktionsstufen die Lageinformationen zumindest einiger Daten von früheren Produktionsstufen unter Berücksichtigung aufgetretener Änderungen am kontinuierlichen Produkt in der Projektionseinheit auf den aktuellen Normzustand im Lager projizierbar ist.
- 30 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 27, *dadurch gekennzeichnet*, dass Daten von zumindest einigen Produktionsstufen, Planungssystemen und/oder Produktionsautomationssystemen, wie Steuerinformationen oder Produktionsbedingungen, über eine Datenleitung von einer Projektionseinheit erfassbar und abspeicherbar sind.
- 35 29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 28, *dadurch gekennzeichnet*, dass durch die Zurückverfolgung von Fehlern bzw. Qualitätsmängeln am Endprodukt, oder an einem Zwischenprodukt, bis zu ihrer Entstehung durch eine Rückwärtsprojektion eine Fehlerrecherche durchführbar ist.
- 40 30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 29, *dadurch gekennzeichnet*, dass erfasste Fehler bzw. Qualitätsmängel im Endprodukt zu Produktionsbedingungen in vorhergehenden Produktionsstufen in der Projektionseinheit zueinander in Beziehung setzbar sind, die so erhaltenen Informationen einer Regelung einer Produktionsstufe und/oder der Produktionsanlage zuführbar sind und die Regelung manuell und/oder automatisch so adaptierbar ist, dass diese Fehler bzw. Qualitätsmängel in der Produktionsanlage zukünftig vermeidbar sind.
- 45 31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 30, *dadurch gekennzeichnet*, dass erfasste Fehler bzw. Qualitätsmängel im Endprodukt zu Produktionsbedingungen in vorhergehenden Produktionsstufen in der Projektionseinheit in Beziehung setzbar sind und so eine Fehlerrecherche durchführbar ist.
- 50 32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 31, *dadurch gekennzeichnet*, dass Fehler und/oder Qualitätsmängel des Produkts in einer nachgeschalteten Produktionsstufe aufgrund der projizierten Daten früherer Produktionsstufen korrigierbar sind.
- 55 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 32, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Pro-

jektionseinheit als computerunterstütztes System aufgebaut ist und die Projektion als ein im computerunterstützten System ablaufbares Computerprogramm ausgeführt ist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 33, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Produktionshistorie des Endproduktes, beispielsweise im computerunterstützten System, abspeicherbar und wieder aufrufbar ist.

5 35. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 34 in einer Anlage zur Produktion von Metallprodukten, insbesondere Walzstraßen, bestehend aus mehreren hintereinandergeschalteten Produktionsstufen, wie beispielsweise Walzstufen, Beizstufen, Glühstufen, Verzinkstufen, etc.

10 36. Datenträger enthaltend ein Computerprogramm zum Ausführen des Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 16.

15

Hiezu 6 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

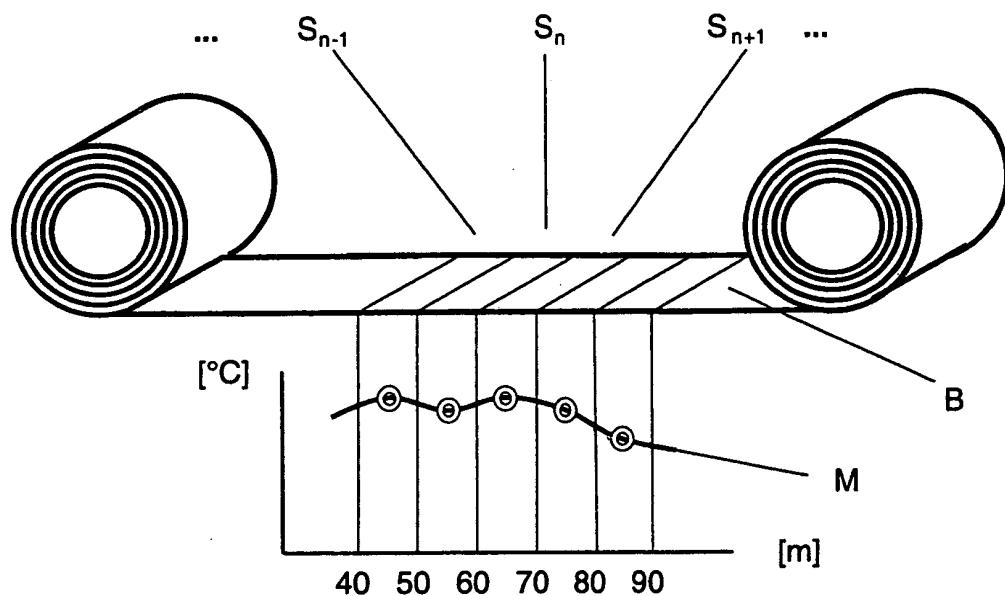


Fig. 1

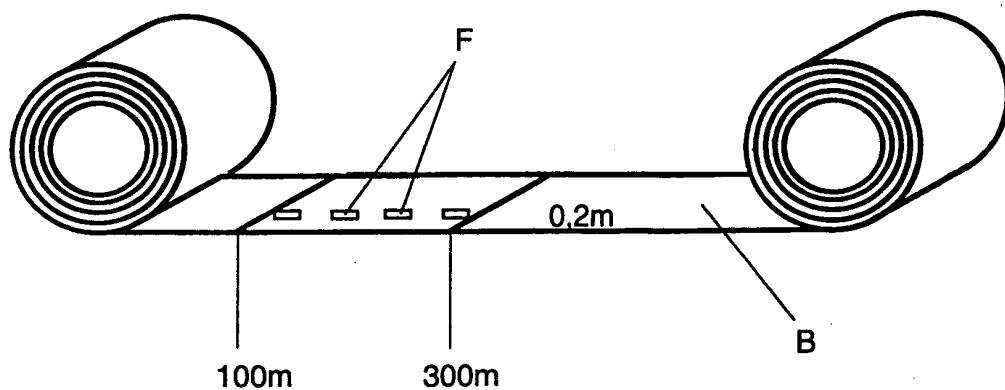


Fig. 2

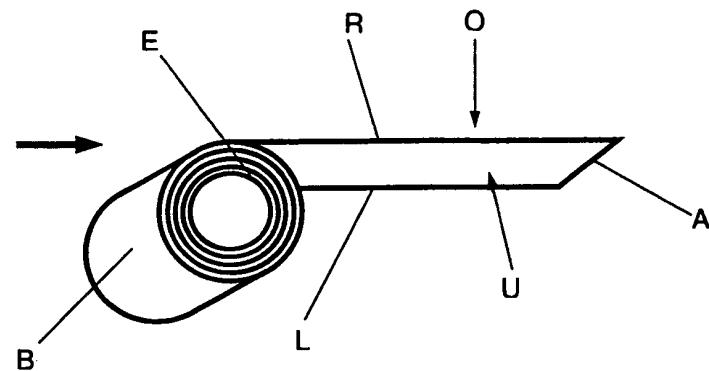


Fig. 3

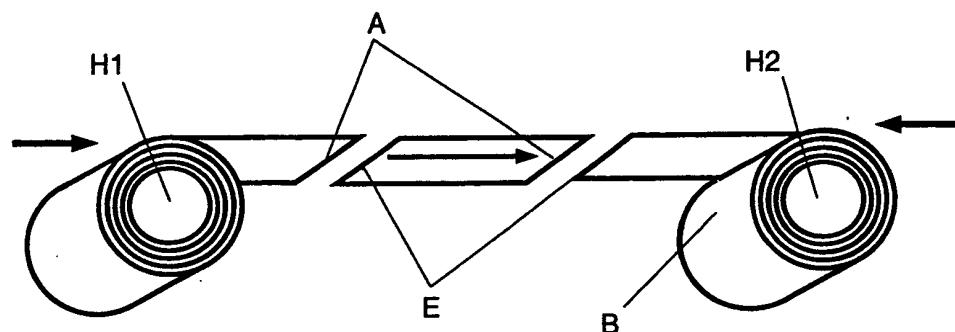


Fig. 4

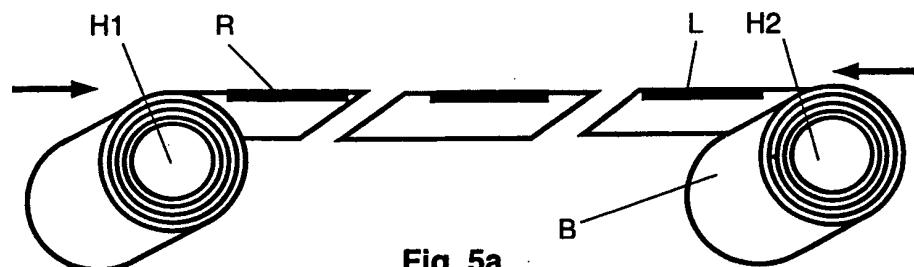


Fig. 5a

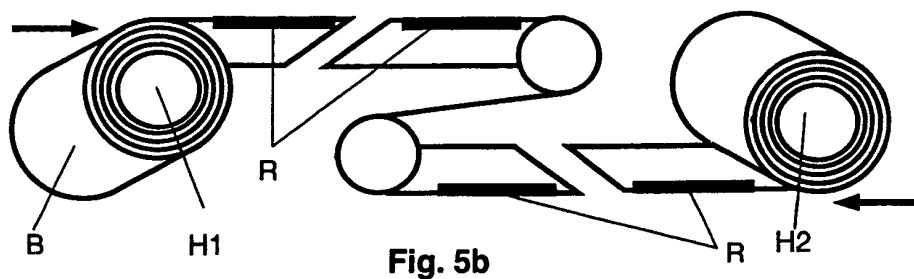


Fig. 5b

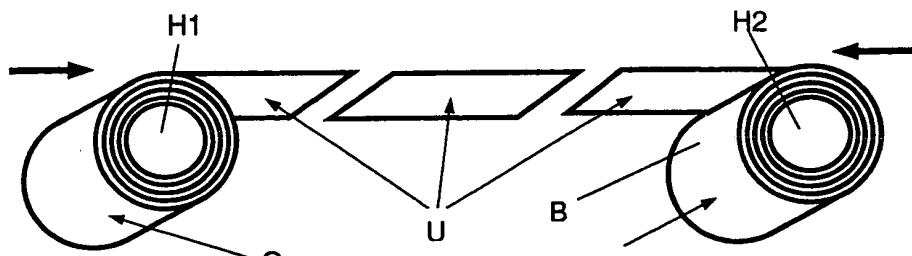


Fig. 6a

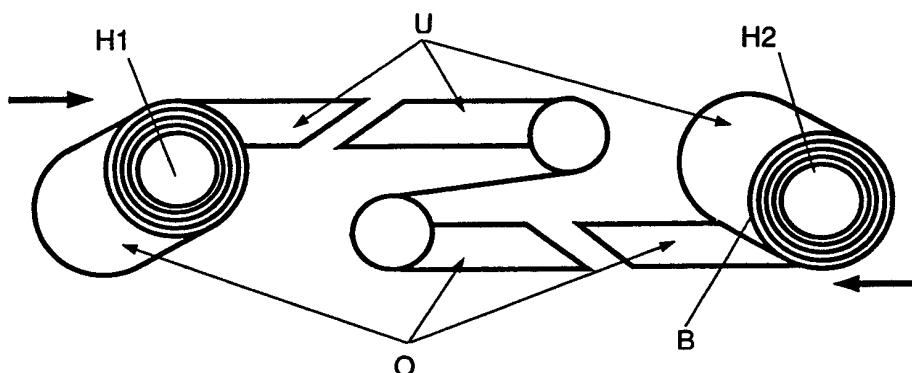


Fig. 6b



Fig. 7a

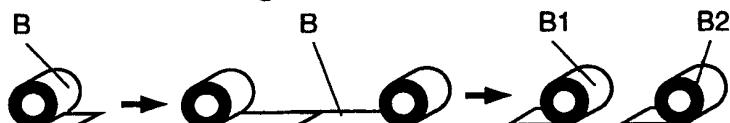


Fig. 7b

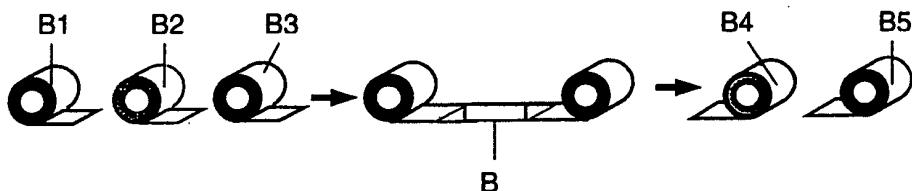


Fig. 7c

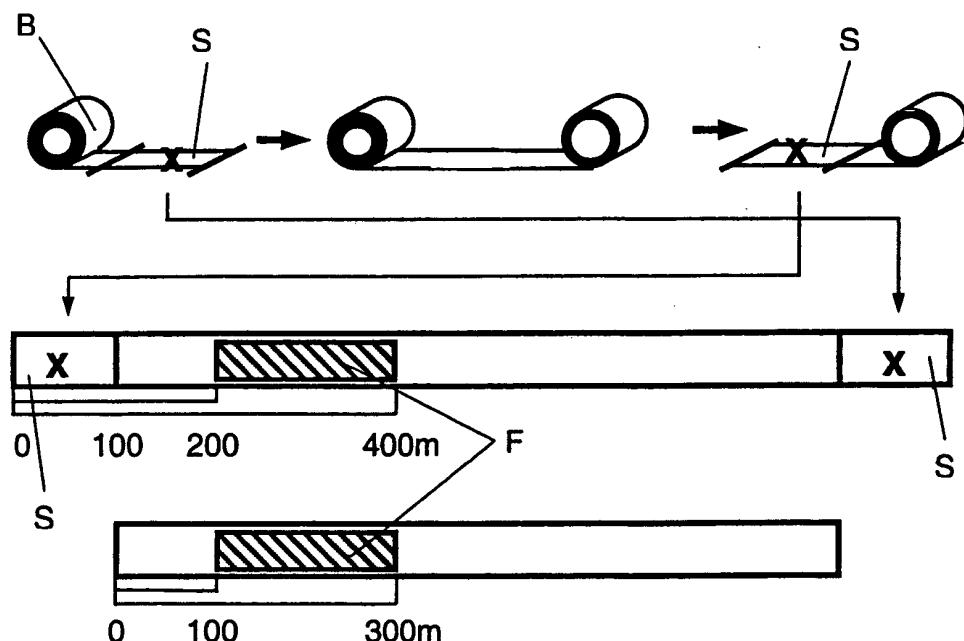


Fig. 8

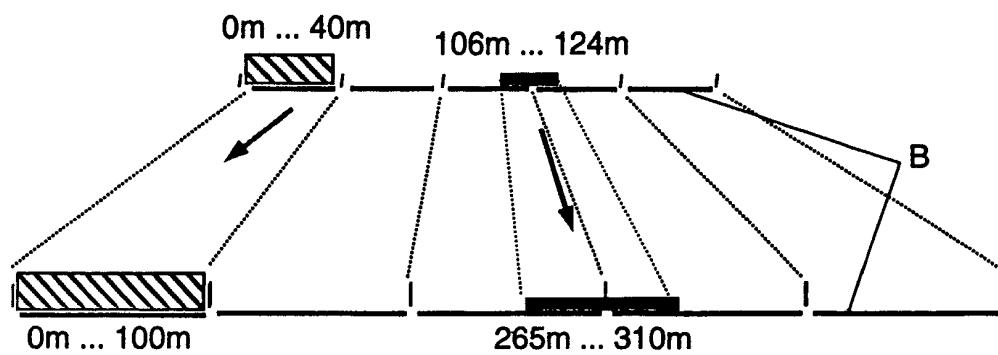


Fig. 9

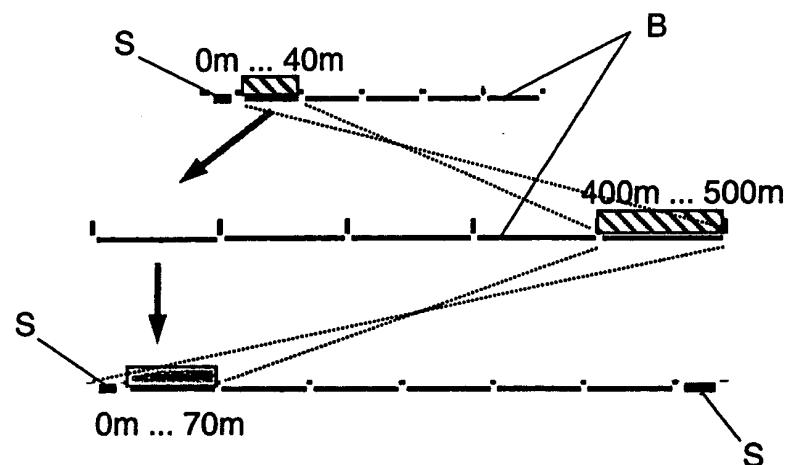


Fig. 10

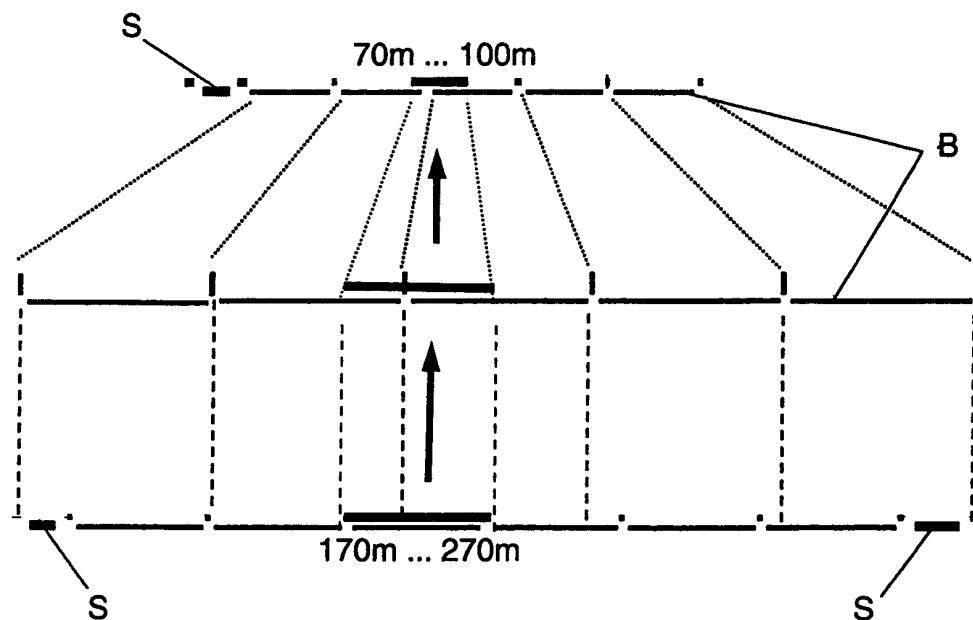


Fig. 11

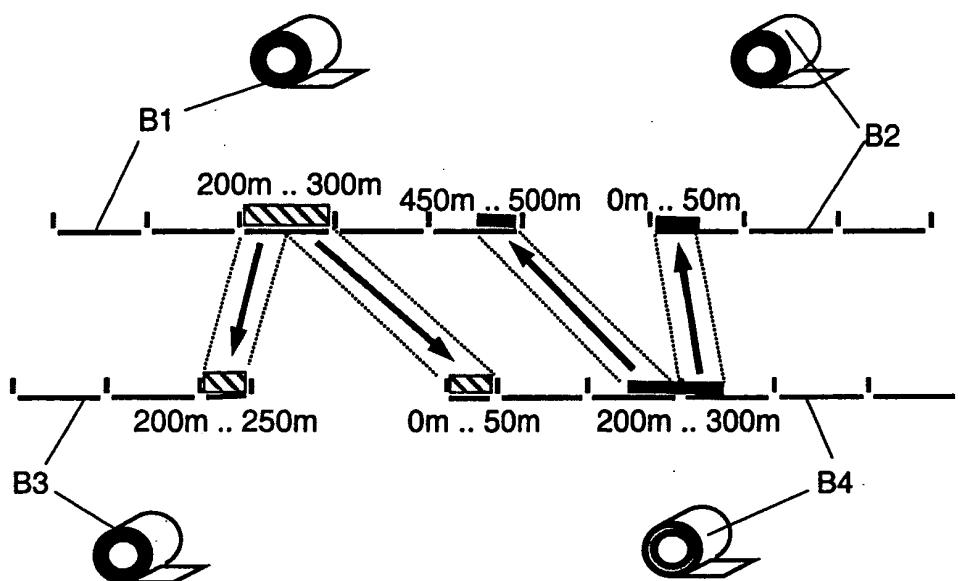


Fig. 12