

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 060 046 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.07.2002 Patentblatt 2002/27

(21) Anmeldenummer: **99916748.9**

(22) Anmeldetag: **18.02.1999**

(51) Int Cl.7: **B22D 11/16**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/00445

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/44772 (10.09.1999 Gazette 1999/36)

(54) **VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR DURCHBRUCHFRÜHERKENNUNG IN EINER STRANGGUSSANLAGE**

METHOD AND DEVICE FOR EARLY DETECTION OF A RUPTURE IN A CONTINUOUS CASTING PLANT

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR IDENTIFIER DE MANIERE PRECOCE UNE RUPTURE DANS UNE INSTALLATION DE COULEE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB

(30) Priorität: **03.03.1998 DE 19808998**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.2000 Patentblatt 2000/51

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **ADAMY, Jürgen
D-64380 Rossdorf (DE)**
• **KÖNEMUND, Martin
D-90419 Nürnberg (DE)**

• **STÜRMER, Uwe
D-91083 Baiersdorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 110 817 EP-A- 0 389 139
WO-A-96/31304**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 474 (M-1319), 2. Oktober 1992 & JP 04 172160 A (NIPPON STEEL CORP;OTHERS: 01), 19. Juni 1992**
• **BURRAS S: "REAL-TIME EXPERT SYSTEMS IN THE STEEL INDUSTRY" STEEL TIMES - INCORPORATING IRON & STEEL, Bd. 223, Nr. 4, 1. April 1995, Seite 140, 142 XP000503667**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 060 046 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zur Durchbruchfrüherkennung in einer Stranggußanlage, in der flüssiges Metall in eine Kokille gegossen und in Form eines Stranges aus der Kokille herausgezogen wird, wobei die Temperatur der Kokille gemessen wird. Dabei ist unter Durchbruchfrüherkennung zu verstehen, daß frühzeitig erkannt wird, wenn es zu Durchbrüchen des zunächst flüssigen Kerns des Stranges durch die erstarrte Hülle des Stranges kommt. Unter Durchbruchfrüherkennung im Sinne der Erfindung ist jedoch auch grundsätzlich das Erkennen von Defekten im Strang, die zu Durchbrüchen führen können, zu verstehen.

[0002] Zur Durchbruchfrüherkennung ist es bekannt, die Temperatur der Kokille an verschiedenen Stellen an der Kokille zu messen und auf einem Display die Temperatur an den gemessenen Stellen auf einem Display darzustellen. Derartige Einrichtungen sind aus der EP 0 389 139 A2 der JP 04/172160 und der WO 96/31304 bekannt. Aus der EP 389 139 A2 ist ferner bekannt, die Temperaturverteilung über dem Ort für zwei verschiedene Zeiten gleichzeitig darzustellen.

[0003] Beim Stand der Technik ist es wesentlich, das Niveau der Schmelzoberfläche einerseits zu erfassen und an dieser Stelle die Temperatur als Funktion der Zeit zu messen. Die Temperaturkurven werden als Zeitfunktionen erfaßt und verarbeitet. Dabei ergibt sich beispielsweise die Möglichkeit der Darstellung als Balkendiagramm gemäß Figur 4 der Beschreibung.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, die bekannte Durchbruchfrüherkennung zu verbessern.

[0005] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 bzw. eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 5 gelöst. Weiterbildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Bei der Erfindung wird zur Durchbruchfrüherkennung in einer Stranggußanlage, in der flüssiges Metall in eine Kokille gegossen und in Form eines Stranges aus der Kokille herausgezogen, die Temperatur der Kokille gemessen. Die gemessene Temperatur der Kokille wird dann gleichzeitig über den Ort der Messung der Temperatur und über die Zeit der Messung der Temperatur dargestellt und/oder ausgewertet. Auf diese Weise können Durchbrüche oder Fehlstellen, die zu Durchbrüchen führen können, erheblich besser vorhergesagt werden als mit dem bekannten Verfahren.

[0007] Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, des Stands der Technik sowie einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im einzelnen zeigen:

FIG 1 eine Stranggußanlage,
FIG 2 eine Kokille,
FIG 3 die Anordnung von Temperatursensoren, dargestellt anhand einer "abgewickelten" Kokille,

FIG 4 eine bekannte Visualisierung von Temperaturmeßwerten,

FIG 5 eine Darstellung der Temperatur über Ort und Zeit.

5

[0008] FIG 1 zeigt eine kontinuierliche Stranggußanlage. Dargestellt sind eine Gießpfanne 4, eine Verteilerinne 3, eine Kokille 2 mit Temperatursensoren 8 zur Temperaturerfassung, ein Strang 1, Führungsrollen 5, ein Schneidegerät 6 und eine Bramme 7. Die Anordnung der Temperatursensoren 8 an der Kokille 2 verdeutlicht FIG 2. Die Temperatursensoren 8 sind über eine Datenleitung 11 mit einer Auswerteeinrichtung 10 und einem Display 9 zur Darstellung der Temperatur über Zeit und Ort verbunden.

10

[0009] Als Temperatursensoren kommen z.B. vorteilhafterweise Thermoelemente in Frage.

[0010] Die Durchbruchfrüherkennung beim Stahl-Strangguß dient dazu, Fehlstellen in der Strangschale frühzeitig zu erkennen. Fehlstellen sind Kleber und Rißstellen und können zu einem Durchbruch der Strangschale führen, was mit hohem wirtschaftlichen Schaden und Produktionsausfall verbunden ist.

15

[0011] FIG 3 zeigt eine Kokille 2 in abgewickelter Darstellung. An der Kokille 2 sind in zwei Zeilen je ca. $n = 20$ Temperatursensoren angebracht. Die Erfindung wird auch ganz besonders vorteilhaft mit einer Zeile von Temperatursensoren eingesetzt.

20

[0012] Zur Visualisierung der Temperatur τ_i ist eine Balkenanzeige gemäß FIG 4 bekannt. Hierin wird für jeden Temperatursensor über eine Balkendarstellung die Temperatur zum aktuellen Zeitpunkt angezeigt, also die aktuellen Meßwerte.

25

[0013] Die grundlegende Idee des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Visualisierungsverfahrens liegt in der gleichzeitigen Darstellung von Ort NT, Temperatur τ_i und Zeit t, wie sie in FIG 5 in beispielhafter Darstellung ausgeführt ist. Für die beiden Temperatursensorreihen aus FIG 3 ist jeweils eine Visualisierung nach FIG 5 vorgesehen:

30

35

(i) Ort: Zeilenweise wird die örtliche Verteilung der Temperatursensoren wie bislang dargestellt.

(ii) Temperatur: In jeder Zeile wird durch farbliche Unterscheidung die Temperatur τ_i angegeben.

40

(iii) Zeit: Zeilenweise werden die zeitlich nacheinander eingehenden Daten dargestellt, so daß die Zeit t durch Abstieg in den Zeilen repräsentiert wird.

45

[0014] In besonders vorteilhafter Weise werden die Temperaturen durch unterschiedliche Farben dargestellt. Dabei ist es von besonderem Vorteil, keine kontinuierlichen Farbunterschiede zuzulassen, sondern jeweils bestimmten Temperaturbereichen eine bestimmte Farbe zuzuordnen. Aus Gründen der Darstellung in Schwarzweiß sind die Farben in FIG 5 durch unterschiedliche Schraffierungen dargestellt. Gleichfarbige Elemente stellen Bereiche gleicher Temperatur dar. τ_5

50

55

ist eine höhere Temperatur als τ_4 , τ_4 ist eine höhere Temperatur als τ_3 , τ_3 ist eine höhere Temperatur als τ_2 und τ_2 ist eine höhere Temperatur als τ_1 . Die Verbindungslinien 12, 13, 14, 15, 16 zwischen gleichfarbigen, nebeneinanderliegenden Bereichen, sog. Isochromen, entsprechen Linien gleicher Temperatur, d.h. sogenannte Isothermen. Senkrechte Linien, d.h. senkrechte Isochromen, sind als ungestörter stationärer Betrieb der Strangguß-Anlage zu interpretieren.

[0015] Bei Auftreten der obengenannten Fehlstellen, bilden sich charakteristische Isochromen, die in dieser Form der Visualisierung für den Bediener einer Strangguß-Anlage einfach erkennbar sind. Das in FIG 5 (links oben) angedeutete Muster der Isochromen 12 und 16 zeigt einen Bereich, in dem sich um eine Fehlstelle mit erhöhter Temperatur ausgebildet hat, wie es bei Klebern charakteristisch ist. Die Temperatur ist im Inneren der Zeit-/Ortsverteilung am höchsten und fällt zu den Rändern hin ab.

[0016] Nach dem gleichen Prinzip ist mit umgekehrtem Temperaturgradient in FIG 5 (Mitte) ein Muster der Isochromen 13, 14, 15 mit niedrigerer Temperatur im Inneren gezeigt, wie es bei Rißstellen auftritt.

[0017] Die Darstellung gemäß FIG 5 wird in Ausgestaltung der Erfindung auf dem Display 9 dargestellt. Die Erfindung eignet sich jedoch auch besonders vorteilhaft zum automatischen Erkennen von zu erwartenden Fehlstellen im Strang, die zu einem Durchbruch führen können. Dabei wird die Darstellung gemäß FIG 6 nicht auf einem Display dargestellt, sondern einer automatischen Mustererkennung zugeführt, die bei Erkennen einer signifikanten Fehlstelle einen Alarm ausgibt.

[0018] Die Mustererkennung ist besonders vorteilhaft auf einer Auswerteeinrichtung 10 implementiert. Es ist ferner besonders vorteilhaft, gleichzeitig eine Mustererkennung auf einer Auswerteeinrichtung 10 und eine graphische Darstellung, wie sie beispielhaft in FIG 5 ausgeführt ist, auf einem Display 9 darzustellen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchbruchfrüherkennung in einer Stranggußanlage, in der flüssiges Metall in eine Kokille (2) gegossen und in Form eines Stranges (1) aus der Kokille (2) herausgezogen wird, während dessen die Temperatur der Kokille (2) gemessen wird, wobei Temperaturmeßwerte (τ_i) der Kokille (2) einerseits über den Ort der Messung und andererseits über die Zeit der Messung erfaßt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturwerte (τ_i) in Matrixform mit dem Ort (NT) als Spalte und der Zeit (t) als Zeile dargestellt werden, wobei in der Matrixdarstellung unterschiedliche Temperaturwerte (τ_i) durch unterscheidbare Elemente markiert sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **da-**

durch gekennzeichnet, dass auf einer Anzeigeeinheit (9) Orte gleicher Temperatur als Isothermen markiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isothermen durch Zuordnung eines bestimmten Temperaturbereiches zu einer bestimmten Farbe auf der Anzeigeeinheit (9) als Isochromen erscheinen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturwerte der Kokille (2) über den Ort der Messung und über die Zeit der Messung zur Durchbruchfrüherkennung von einer Auswerteeinrichtung (10) ausgewertet und weiterverarbeitet werden.

5. Einrichtung zur Durchbruchfrüherkennung in einer Stranggußanlage, in der flüssiges Metall in eine Kokille (2) gegossen und in Form eines Stranges (1) aus der Kokille (2) herausgezogen wird, wobei die Einrichtung zur Durchbruchfrüherkennung mehrere Temperatursensoren (8) zur Messung der Temperatur der Kokille (2) an mehreren Orten und eine Auswerteeinrichtung (10) zur Auswertung der Temperatur der Kokille (2) über den Ort der Messung der Temperatur einerseits und über die Zeit der Messung der Temperatur andererseits aufweist, wobei der Auswerteeinrichtung (10) eine Anzeigeeinheit (9) zugeordnet ist, wobei die an den Orten erfassten Temperaturwerte (τ_i) der Kokille (2) zu mehreren Zeiten (t) erfassbar sind und wobei die Temperaturwerte (τ_i) von der Auswerteeinrichtung (10) auf der Anzeigeeinheit (9) derart darstellbar sind, dass die Temperaturwerte (τ_i) in Matrixform mit dem Ort (NT) als Spalte und der Zeit (t) als Zeile dargestellt werden, wobei in der Matrixdarstellung unterschiedliche Temperaturwerte (τ_i) durch unterscheidbare Elemente markiert sind.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** Orte gleicher Temperatur auf der Anzeigeeinheit (9) als Isothermen markiert sind.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isothermen durch Zuordnung eines bestimmten Temperaturbereichs zu einer bestimmten Farbe als Isochromen darstellbar sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturwerte (τ_i) zur Durchbruchfrüherkennung von der Auswerteeinrichtung (10) auswertbar und weiterverarbeitbar sind.

9. Einrichtung nach Anspruch 5, 6, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinrichtung (10) eine Mustererkennung beinhaltet.

Claims

1. Method for the early detection of a rupture in a continuous casting plant, in which liquid metal is cast into a chill (2) and is withdrawn from the chill (2) in the form of a billet (1), during which the temperature of the chill (2) is measured, measured temperature values (τ_i) of the chill (2) being sensed on the one hand with reference to the location of the measurement and on the other hand with reference to the time of the measurement, **characterized in that** the temperature values (τ_i) are presented in matrix form with the location (NT) as the column and the time (t) as the row, different temperature values (τ_i) being marked by distinguishable elements in the matrix representation. 15
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** locations of the same temperature are marked on a display unit (9) as isotherms. 20
3. Method according to Claim 2, **characterized in that**, by assignment of a specific temperature range to a specific colour, the isotherms appear on the display unit (9) as isochromes. 25
4. Method according to Claim 1, 2 or 3, **characterized in that** the temperature values of the chill (2) are evaluated and further processed with reference to the location of the measurement and with reference to the time of the measurement for the early detection of a rupture by an evaluation device (10). 30
5. Device for the early detection of a rupture in a continuous casting plant, in which liquid metal is cast into a chill (2) and is withdrawn from the chill (2) in the form of a billet (1), the device for the early detection of a rupture having a plurality of temperature sensors (8) for measuring the temperature of the chill (2) at a plurality of locations and an evaluation device (10) for evaluating the temperature of the chill (2) with reference to the location of the measurement of the temperature on the one hand and with reference to the time of the measurement of the temperature on the other hand, the evaluation device (10) being assigned a display unit (9), it being possible for the temperature values (τ_i) of the chill (2) sensed at the locations to be sensed at a plurality of times (t), and it being possible for the temperature values (τ_i) from the evaluation device (10) to be presented on the display unit (9) in such a way that the temperature values (τ_i) are presented in matrix form with the location (NT) as the column and the time (t) as the row, different temperature values (τ_i) being marked by distinguishable elements in the matrix representation. 35 40 45 50 55
6. Device according to Claim 5, **characterized in that**

locations of the same temperature are marked on the display unit (9) as isotherms.

7. Device according to Claim 6, **characterized in that**, by assignment of a specific temperature range to a specific colour, the isotherms can be presented as isochromes. 5
8. Device according to Claim 5, 6 or 7, **characterized in that** the temperature values (τ_i) for the early detection of a rupture can be evaluated and further processed by the evaluation device (10). 10
9. Device according to Claim 5, 6, 7 or 8, **characterized in that** the evaluation device (10) includes a pattern recognition. 15

Revendications

1. Procédé de détection précoce d'une rupture dans une installation de coulée continue, dans laquelle du métal liquide est coulé dans une lingotière (2) et est tiré de la lingotière sous la forme d'une barre (1) alors que la température de la lingotière (2) est mesurée, des valeurs (τ_i) de mesure de la température de la lingotière (2) étant relevées d'une part en fonction de l'emplacement de la mesure et d'autre part en fonction de l'instant de la mesure, **caractérisé en ce que** les valeurs (τ_i) de température sont représentées sous forme de matrice en ayant l'emplacement (NT) en colonne et l'instant (t) en ligne, les valeurs (τ_i) de température différentes étant repérées dans la représentation matricielle par des éléments qui peuvent être distingués.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** des emplacement de même température sont repérés sur une unité (2) d'affichage sous la forme d'isotherme.
3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** les isothermes apparaissent, par association d'une plage de température déterminée à une couleur déterminée, sous la forme d'isochromes sur l'unité (9) d'affichage.
4. Procédé suivant la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les valeurs de température de la lingotière (2) en fonction de l'emplacement de la mesure et en fonction de l'instant de la mesure sont exploitées par un dispositif (10) d'exploitation et sont traitées ultérieurement pour la détection précoce d'une rupture.
5. Dispositif de détection précoce d'une rupture dans une installation de coulée continue, dans laquelle du métal liquide est coulé dans une lingotière (2) et

est tiré de la lingotière (2) sous la forme d'une barre (1), le dispositif de détection précoce comportant plusieurs capteurs (8) de température destinés à mesurer la température de la lingotière en plusieurs emplacements et un dispositif (10) d'exploitation destiné à exploiter la température de la lingotière (2) en fonction de l'emplacement de la mesure de la température d'une part et de l'instant de la mesure d'autre part, une unité (9) d'affichage étant associée au dispositif (10) d'exploitation, les valeurs (t_i) de température de la lingotière (2) relevées aux emplacements pouvant être relevées à plusieurs instants (t) et les valeurs (t_i) de température pouvant être représentées sur l'unité (9) d'affichage par le dispositif (10) d'exploitation de façon que les valeurs (t_i) de température soient représentées sous forme de matrice en ayant l'emplacement (NT) en colonne et l'instant (t) en ligne, les valeurs (t_i) de température différentes dans la représentation matricielle étant repérées par des éléments qui peuvent être distingués.

6. Dispositif suivant la revendication 5, **caractérisé en ce que** des emplacements de même température sont repérés sous la forme d'isothermes sur l'unité (9) d'affichage.
7. Dispositif suivant la revendication 6, **caractérisé en ce que** les isothermes peuvent être représentées sous la forme d'isochromes par association d'une plage de température définie à une couleur définie.
8. Dispositif suivant la revendication 5, 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les valeurs (t_i) de température peuvent, pour la détection précoce d'une rupture, être exploitées par le dispositif (10) d'exploitation et être traitées ultérieurement.
9. Dispositif suivant la revendication 5, 6, 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le dispositif (10) d'exploitation comporte une reconnaissance de modèle.

45

50

55

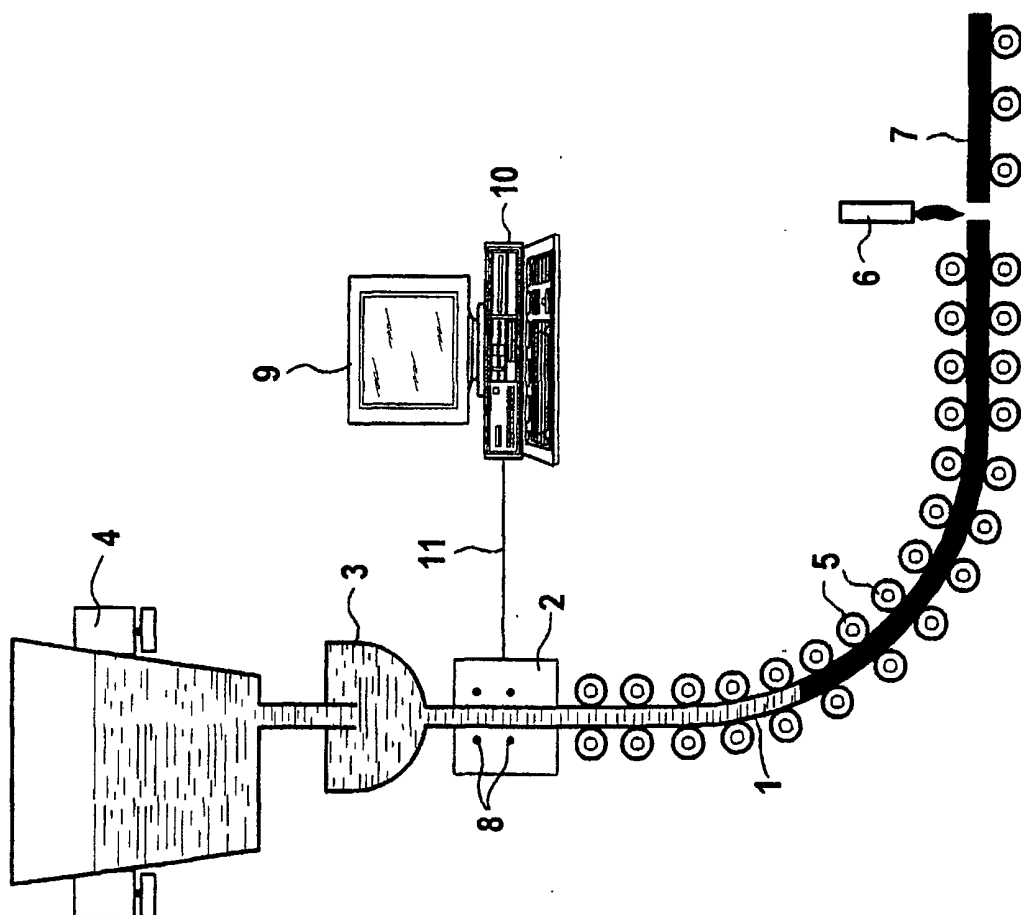


FIG 1

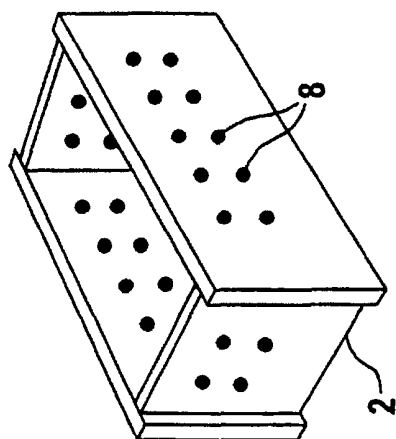


FIG 2

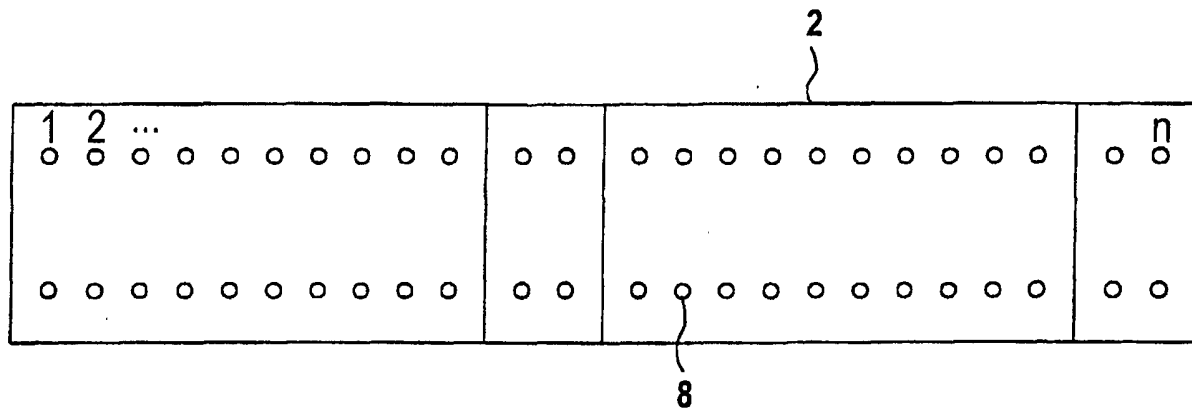


FIG 3

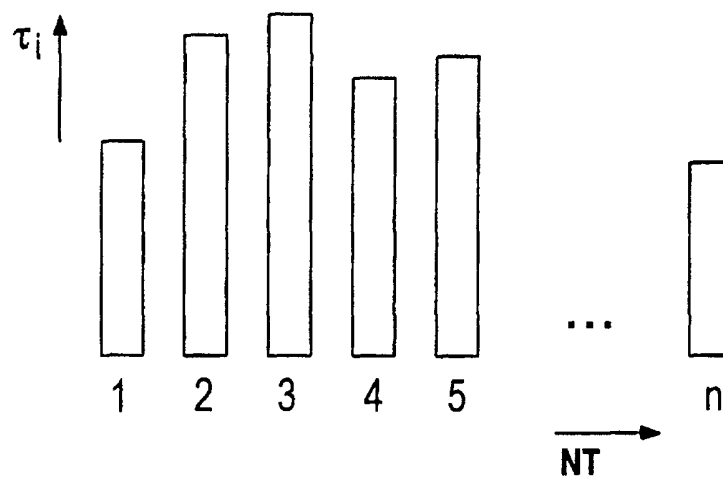


FIG 4

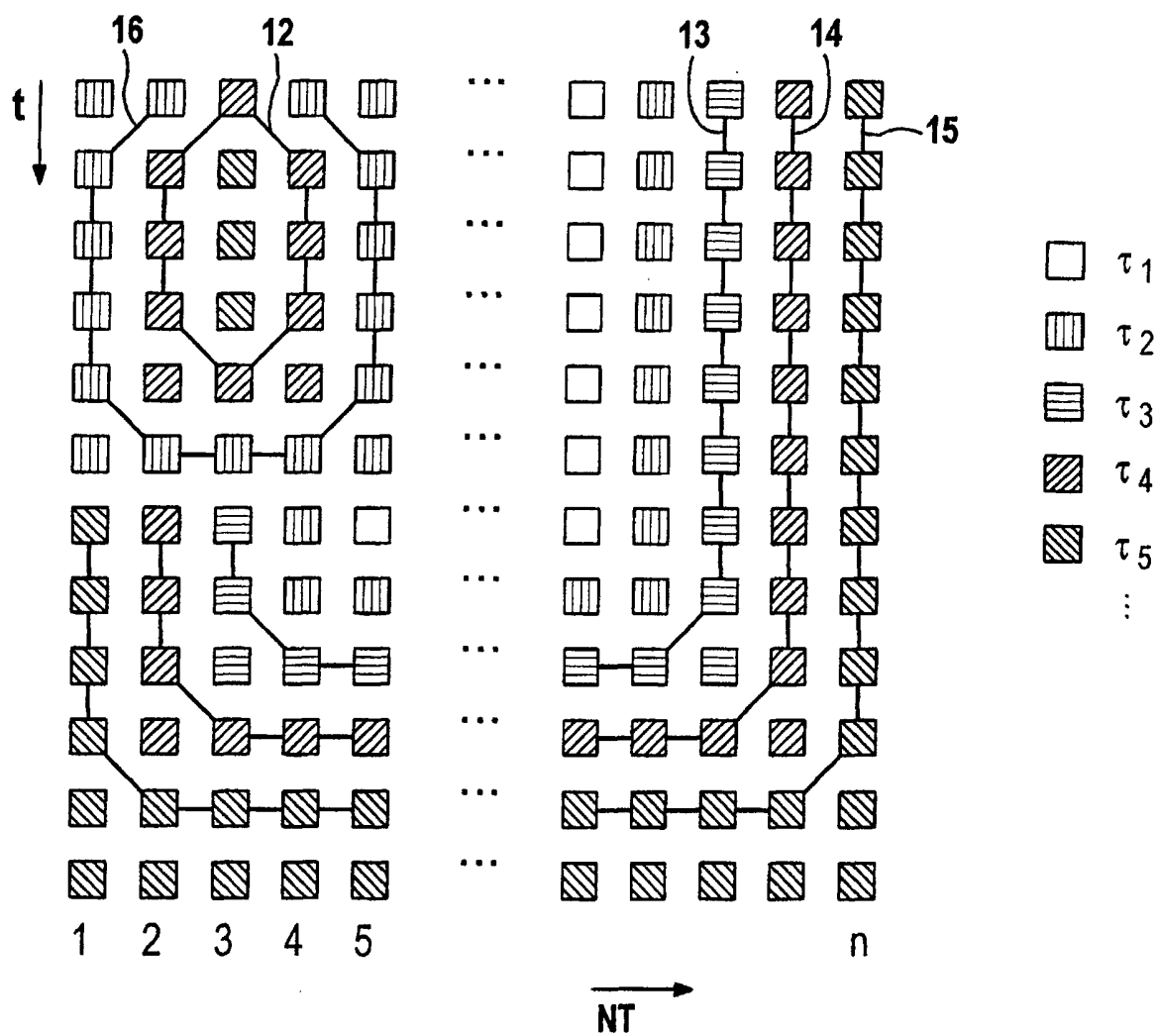


FIG 5