(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 959 995 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(21) Anmeldenummer: **98900062.5**

(22) Anmeldetag: **07.01.1998**

(51) Int Cl.[7]: **B22D 11/18**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH98/00004

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/32559 (30.07.1998 Gazette 1998/30)

(54) **VERFAHREN ZUM VERTIKALSTRANGGIESSEN VON METALLEN**

METHOD FOR VERTICAL CONTINUOUS CASTING OF METALS

PROCEDE POUR LA COULEE CONTINUE VERTICALE DE METAUX

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **24.01.1997 EP 97810035**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(73) Patentinhaber: **Alcan Technology & Management AG**
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:
- **VUIGNIER, Eric**
  CH-1971 Champlan (CH)
- **CALOZ, Etienne**
  3972 Miège (CH)
- **SEPPEY, Jean-Pierre**
  CH-1971 Champlan (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 223 078
EP-B- 0 517 629
DE-A- 3 205 480

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 0 959 995 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Vertikalstranggiessen von Metallen, insbesondere von Aluminiumlegierungen, in einer mehrere Kokillen umfassenden Giessanlage, bei welchem Verfahren das flüssige Metall von einem Ofen über eine Giessrinne an die Kokillen herangeführt und über Düsen mit regelbarem Durchfluss in die von auf einem absenkbaren Giesstisch angeordneten Anfahrböden zunächst geschlossenen Kokillen geleitet wird, wobei die Metalldurchflussmenge jeder Düse, ausgehend von einer Anfangszeit und einem Anfangsniveau des Metalls, bei der die Metallstandsregelung beginnt, in jeder Kokille individuell so geregelt wird, dass das Metall in allen Kokillen zu einer vorbestimmten Startzeit ein im wesentlichen gleiches Startniveau aufweist, bei dem das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt.

[0002] Entscheidend für den störungsfreien Betrieb einer mehrsträngigen Giessanlage ist die Beherrschung des Anfahrvorganges, d.h. die optimale Steuerung der Metallzufuhr zu den einzelnen Giesseinheiten bis zum eigentlichen Giessstart, der durch das Absenken des Giesstisches eingeleitet wird.

[0003] Während der Anfahrboden- und Kokillen-Füllphase erfolgt üblicherweise eine individuelle Regelung der Metallzufuhr zu den einzelnen Kokillen über diesen zugeordnete Düsen, deren Metalldurchflussmenge mittels einer motorisch angetriebenen Stopfenstange veränderbar eingestellt werden kann. Gleichzeitig wird in bekannter Weise über Niveaumessgeräte der Metallstand in jeder Kokille kontinuierlich gemessen, mit der Sollwertvorgabe verglichen und über die Differenz zwischen Ist- und Sollwert durch entsprechende Ansteuerung des Stopfenstangen-Antriebs in der zugehörigen Düse die Geschwindigkeit der Metallzufuhr in die Kokille angepasst.

[0004] Aus der GB-A-2 099 189 ist eine Metallstandsregelung für eine mehrsträngige Giessanlage bekannt, bei der mit dem Erreichen eines ersten Metallniveaus in einer Kokille ein zeitlich linear ansteigender Sollwert auf ein für alle Kokillen gemeinsames zweites Niveau vorgegeben wird. Die Regelung des Metallstandes in den einzelnen Kokillen erfolgt aufgrund des ansteigenden Sollwertes, sobald dieser in den einzelnen Kokillen erreicht ist.

[0005] Die EP-B-O 517 629 offenbart ein Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem die individuelle Metallstandsregelung in jeder Kokille einsetzt, sobald das einströmende Metall eine vorbestimmte Minimalhöhe über dem jeweiligen Anfahrboden erreicht hat. Ausgehend von dieser Minimalhöhe über dem Anfahrboden erfolgt die Niveauregelung in jeder Kokille aufgrund individueller, zeitlich linear ansteigender Sollwertkurven, so dass ein vorbestimmtes, gemeinsames Niveau in allen Kokillen gleichzeitig erreicht wird.

[0006] Ein wesentlicher Nachteil der Verfahren nach dem Stand der Technik mit unterschiedlichen Füllkurven für jede Kokille liegt in der Gefahr, dass das System ausser Kontrolle gerät, wenn sich eine der Kokillen wegen vorzeitiger Erstarrung von Metallschmelze nicht oder mit grosser Verspätung zu füllen beginnt. Zudem können grosse Unterschiede in der Füllkinetik beim Absenken des Giesstisches auftreten, wenn sich einzelne Kokillen zu spät füllen und demzufolge gegen Ende des Füllvorgangs eine steile Füllkurve aufweisen. Bei unterschiedlichen Füllkurven wird auch der Algorithmus wesentlich komplizierter.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem der Metallstand in den einzelnen Kokillen während der Anfahrboden- und Kokillen-Füllphase auf einfache Weise und in möglichst kurzer Zeit auf ein für den Beginn des Absenkens des Giesstisches vorbestimmtes Niveau geregelt werden kann, ohne dass die Gefahr des Einfrierens von Metall besteht.

[0008] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass das Metallniveau während des Füllvorganges zwischen dem Anfangsniveau bei der Anfangszeit und dem Startniveau bei der Startzeit in allen Kokillen gleichzeitig und als Funktion der Zeit nach einer für alle Kokillen identischen Sollwertkurve N=f(t) geregelt wird, wobei die Steigung $\frac{dN}{dt}$ der Sollwertkurve in einem Bereich ausgehend vom Anfangsniveau grösser und in einem Bereich gegen das Startniveau kleiner ist als die mittlere Steigung zwischen Anfangs- und Startniveau.

[0009] Bevorzugt erstreckt sich der Teil der Sollwertkurve mit der grösseren Steigung, ausgehend vom Anfangsniveau, in einem Bereich von etwa 10 bis 70%, vorzugsweise 30 bis 60%, des gesamten Niveauanstiegs. Der Teil der Sollwertkurve mit der kleineren Steigung gegen das Startniveau erstreckt sich bevorzugt über einen Bereich von 10 bis 40%, vorzugsweise 15 bis 25%, des gesamten Niveauanstiegs.

[0010] In der Praxis hat sich gezeigt, dass eine genügend genaue Regelung erzielt werden kann, wenn die Sollwertkurve aus 4 bis 8, vorzugsweise 5 bis 6, Wertepaaren zusammengesetzt ist.

[0011] Bei einer einfachen und zweckmässigen Durchführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens beginnt die Metallstandsregelung in allen Kokillen gleichzeitig, sobald in einer Kokille das Anfangsniveau erreicht ist. Zweckmässigerweise beginnt auch das Absenken des Giesstisches mit den Anfahrböden, sobald in einer Kokille das Startniveau erreicht ist.

[0012] Bevorzugt wird auch der Metallstand in der Giessrinne vom Beginn der Füllphase der Anfahrböden und der Kokillen bis und mit der stationären Giessphase auf einem konstanten Niveau gehalten.

[0013] Die Metallzufuhr in die Kokillen aufgrund der Sollwertkurve erfolgt bevorzugt PID-geregelt.

[0014] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Bescheibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

- Fig. 1 einen vereinfachten Querschnitt durch einen Teil einer Kokille mit eingefahrenem Anfahrboden;
- Fig. 2 eine Sollwertkurve des zeitlichen Verlaufs des Metallstandes in den einzelnen Kokillen.

[0015] Vor Beginn eines Abgusses werden während einer Prüfphase sämtliche Einstellungen an der Giessanlage überprüft. Wenn sämtliche Startbedingungen erfüllt sind, wird durch Kippen des das flüssige Metall enthaltenden Ofens die Giessrinne bis auf ein vorgegebenes Metallniveau gefüllt. Sobald ein Sensor -- z.B. ein induktiver Messwertgeber -- die richtige Füllhöhe anzeigt, öffnet sich ein Schieber und das Füllen der Anfahrböden 12 und der Kokillen 10 mit dem flüssigen Metall 14 beginnt. Der Metallstand im Anfahrboden 12 bzw. in der Kokille 10 erfolgt z.B. PID-geregelt über einen induktiven Messwertgeber.

[0016] Sobald das Metall in einer Kokille einen vorbestimmten Wert N_O erreicht hat, beginnt in allen Kokillen der Giessanlage die Metallstandsregelung aufgrund einer gemeinsamen Sollwertkurve N=f(t) vom Anfangsniveau N_O bei der Anfangszeit t_O bis zum Startniveau N_S bei der Startzeit t_S, wo das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt.

[0017] Die in Fig. 2 gezeigte Sollwertkurve kann in einen vom Anfangswert N_O ausgehenden Bereich A und in einen daran anschliessenden, gegen das Startniveau N_S verlaufenden Bereich B aufgeteilt werden. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass der Bereich A der Sollwertkurve eine gegenüber der mittleren Steigung $\frac{Ns-No}{ts-to}$ grössere Steigung aufweist. Entsprechend ergibt sich für den Bereich B eine kleinere Steigung. Im gezeigten Beispiel ist die Sollwertkurve durch 6 Messwertpaare N_x, t_x gebildet.

[0018] Das in der Zeichnung wiedergegebene Ausführungsbeispiel bezieht sich auf das Stranggiessen einer Aluminiumlegierung in einer konventionellen Kokille. Das erfindungsgemässe Verfahren ist jedoch auch bei anderen Giessverfahren wie beispielsweise beim Giessen in einem elektromagnetischen Wechselfeld (EMC) anwendbar.

[0019] Das Verfahren ist auch nicht auf das Giessen von Aluminiumlegierungen beschränkt. Weitere Werkstoffe, die mit dem erfindungsgemassen Verfahren zu Strängen vergossen werden können, sind z.B. Magnesium- oder Kupferlegierungen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Vertikalstranggiessen von Metallen, insbesondere von Aluminiumlegierungen, in einer mehrere Kokillen umfassenden Giessanlage, bei welchem Verfahren das flüssige Metall von einem Ofen über eine Giessrinne an die Kokillen herangeführt und über Düsen mit regelbarem Durchfluss in die von auf einem absenkbaren Giesstisch angeordneten Anfahrböden zunächst geschlossenen Kokillen geleitet wird, wobei die Metalldurchflussmenge jeder Düse, ausgehend von einer Anfangszeit (t_O) und einem Anfangsniveau (N_O) des Metalls, bei der die Metallstandsregelung beginnt, in jeder Kokille individuell so geregelt wird, dass das Metall in allen Kokillen zu einer vorbestimmten Startzeit (t_S) ein im wesentlichen gleiches Startniveau (N_S) aufweist, bei dem das Absenken des Giesstisches zur Erzeugung der Metallstränge beginnt,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Metallniveau (N) während des Füllvorganges zwischen dem Anfangsniveau (N_O) bei der Anfangszeit (t_O) und dem Startniveau (N_S), bei der Startzeit (t_S) in allen Kokillen gleichzeitig und als Funktion der Zeit (t) nach einer für alle Kokillen identischen Sollwertkurve N=f(t) geregelt wird, wobei die Steigung $\frac{dN}{dt}$ der Sollwertkurve in einem Bereich (A) ausgehend vom Anfangsniveau (N_O) grösser und in einem Bereich (B) gegen das Startniveau (N_S) kleiner ist als die mittlere Steigung ($\frac{Ns-No}{ts-to}$) zwischen Anfangs- und Startniveau.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steigung $\frac{dN}{dt}$ der Sollwertkurve N=f(t), ausgehend vom Anfangsniveau (N_O), in einem Bereich von 10 bis 70%, vorzugsweise 30 bis 60%, des gesamten Niveauanstiegs (N_S-N_O) grösser und gegen das Startniveau (N_S) in einem Bereich von 10 bis 40%, vorzugsweise 15 bis 25%, des gesamten Niveauanstiegs kleiner ist als die mittlere Steigung ($\frac{Ns-No}{ts-to}$) zwischen Anfangs- und Startniveau.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sollwertkurve aus 4 bis 8, vorzugsweise 5 bis 6, Wertepaaren (N_x,t_x) zusammengesetzt ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallstandsregelung in allen Kokillen gleichzeitig beginnt, sobald in einer Kokille das Anfangsniveau (N_O) erreicht ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Absenken des Giesstisches mit den Anfahrböden beginnt, sobald in einer Kokille das Startniveau (N_S) erreicht ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Metallstand in der Giessrinne vom Beginn der Füllphase der Anfahrböden und der Kokillen bis und mit der stationären Giessphase auf einem konstanten Niveau gehalten wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallzufuhr in

die Kokillen aufgrund der Sollwertkurve PID-geregelt erfolgt.

Claims

1. Process for the automatic vertical continuous casting of metals, in particular aluminium alloys, in a casting plant including a plurality of moulds, in which process the molten metal is advanced from a furnace via a runner to the moulds and is led via nozzles with an adjustable flow rate into the moulds initially closed by dummy blocks arranged on a lowerable casting table, the metal flow rate of each nozzle being controlled individually in each mould departing from an initial time (t_o) and an initial level (N_o) of the metal at which control of the metal level begins, in such a manner that the metal in all of the moulds at a predetermined starting time (t_s) is at substantially the same starting level (N_s) at which lowering of the casting table begins in order to produce the metal strands, **characterised in that** the metal level (N) is controlled in all of the moulds simultaneously during the filling process between the initial level (N_o) at the initial time (t_o) and the starting level (N_s) at the starting time (t_s) as a function of time (t) in accordance with a setpoint curve N = f(t) identical for all of the moulds, the slope $\frac{dN}{dt}$ of the setpoint curve in a region (A) departing from the initial level (N_0) being greater than and in a region (B) extending towards the starting level (N_s) smaller than the mean slope ($\frac{Ns-No}{ts-to}$) between the initial level and the starting level.

2. Process according to claim 1, **characterised in that** the slope $\frac{dN}{dt}$ of the setpoint curve N = f(t) departing from the initial level (N_o) in a region consisting of 10 to 70 %, preferably 30 to 60 %, of the total level increase (N_s - N_o) is greater than and extending towards the starting level (N_s) in a region consisting of 10 to 40 %, preferably 15 to 25 %, of the total level increase smaller than the mean slope ($\frac{Ns-No}{ts-to}$) between the initial level and the starting level.

3. Process according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the setpoint curve is made up of 4 to 8, preferably 5 to 6, paired values (N_x, t_x).

4. Process according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** control of the metal level begins in all of the moulds simultaneously as soon as the initial level (N_o) has been reached in one mould.

5. Process according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the lowering of the casting table with the dummy blocks begins as soon as the starting level (N_s) has been reached in one mould.

6. Process according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the metal level in the runner is kept at a constant level from the beginning of the filling phase of the dummy blocks and the moulds until and during the stationary casting phase.

7. Process according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the feed of metal into the moulds is subject to PID control on the basis of the setpoint curve.

Revendications

1. Procédé pour la coulée verticale automatique de métaux, en particulier d'alliages d'aluminium, dans une installation de coulée comprenant plusieurs coquilles, au cours duquel le métal liquide est amené d'un four aux coquilles via un chenal de coulée et est guidé par l'intermédiaire de buses à débit réglable dans les coquilles tout d'abord fermées par des plateaux de démarrage disposés sur un plateau de coulée abaissable, le débit de métal de chaque buse étant régulé dans chaque coquille individuelle, en partant d'un moment initial (t_0) et d'un niveau initial (N_0) du métal pour lequel la régulation de niveau de métal commence, de telle façon que le métal présente dans toutes les coquilles à un moment de démarrage (t_S) prédéfini essentiellement le même niveau de démarrage (N_S), pour lequel commence l'abaissement du plateau de coulée pour la fabrication des barres de métal,

   caractérisé en ce que

   le niveau de métal (N) pendant le processus de remplissage est réglé simultanément dans toutes les coquilles entre le niveau initial (N_0) au moment initial (t_0) et le niveau de démarrage (N_S) au moment de démarrage (t_S) et en fonction du temps (t) suivant une courbe de valeurs de consigne N=f (t) identique pour toutes les coquilles, la pente $\frac{dN}{dt}$ de la courbe de valeurs de consigne étant plus grande dans une zone (A) partant du niveau initial (N_0) et plus faible dans une zone (B) proche du niveau de démarrage (N_S) que la pente moyenne $\frac{Ns-N0}{ts-t0}$ entre le niveau initial et le niveau de démarrage.

2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que**, en partant du niveau initial (N_0), la pente $\frac{dN}{dt}$ de la courbe de valeurs de consigne N=f(t), est plus grande dans une zone d'environ 10 à 70%, de préférence de 30 à 60%, de l'ensemble de l'augmentation de niveau (N_S-N_0) et, à proximité du niveau de démarrage (N_S), plus faible que la pente moyenne $\frac{Ns-N0}{ts-t0}$ entre le niveau initial et le niveau de démarrage, dans une zone de 10 à 40%, de préférence de 15 à 25%, de l'ensemble de l'augmentation de niveau.

3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la courbe de valeurs de consigne est constituée de 4 à 8, de préférence de 5 ou 6 paires de valeurs (N_x, t_x).

4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la régulation de niveau de métal commence simultanément dans toutes les coquilles, dès que le niveau initial (N_0) est atteint dans une coquille.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'abaissement du plateau de coulée avec les plateaux de démarrage commence dès que le niveau de démarrage (N_s) est atteint dans une coquille.

6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le niveau de métal dans le chenal de coulée est maintenu à niveau contant depuis le début de la phase de remplissage des plateaux de démarrage et des coquilles jusqu'à y compris la phase de coulée stationnaire.

7. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'apport de métal dans les coquilles se fait avec régulation PID sur base de la courbe de valeurs de consigne.

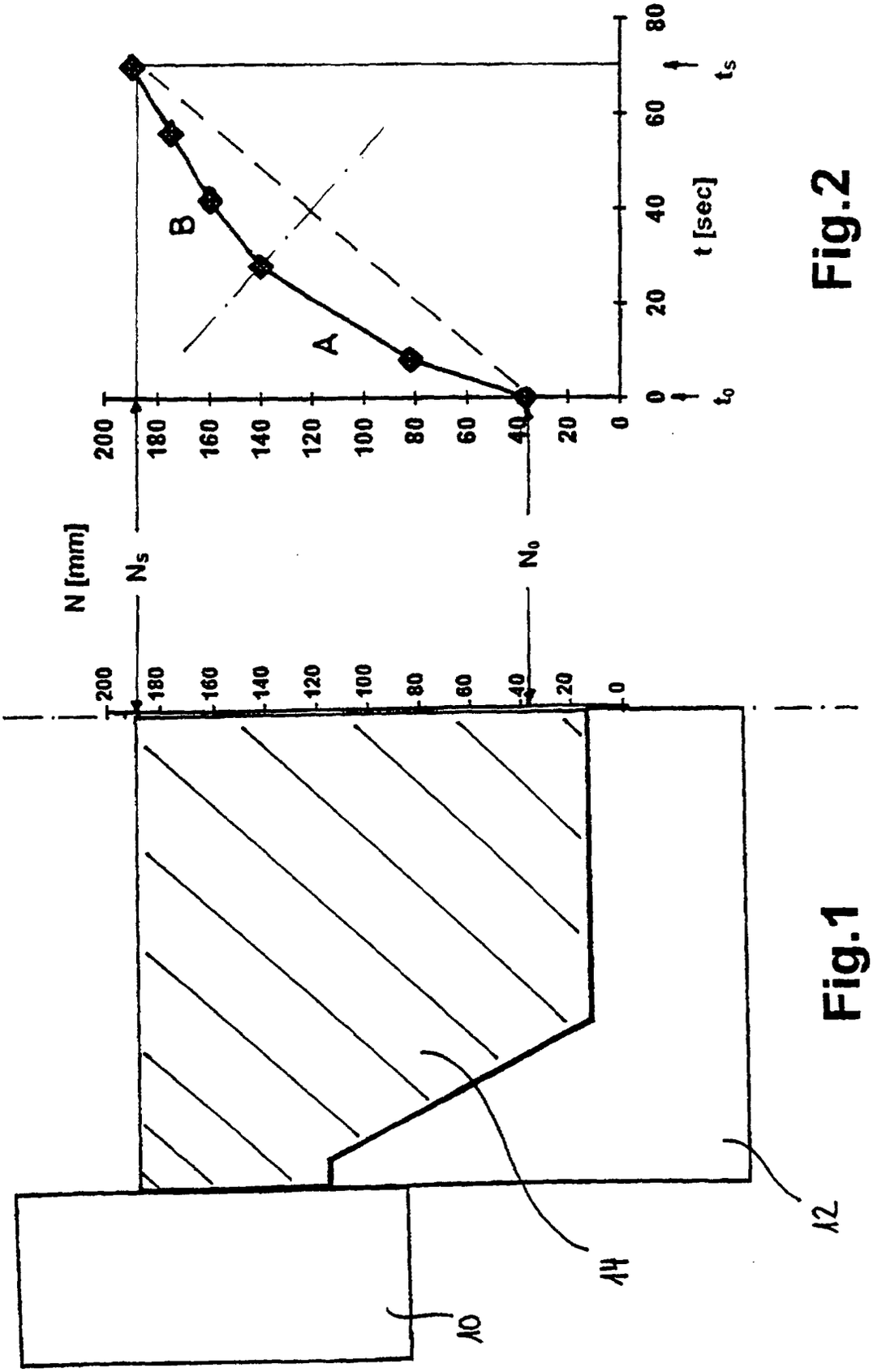

N [mm]
N_S
N_0
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
A
B
t [sec]
t_0
t_S
0
20
40
60
80
10
14
12

Fig.2

Fig.1