



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 013 031 A1** 2005.10.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 013 031.0**

(22) Anmeldetag: **16.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **06.10.2005**

(51) Int Cl.⁷: **B23P 17/00**

B23P 23/04, B23P 13/00, B23H 9/04

(71) Anmelder:

**Waldrich Siegen Werkzeugmaschinen GmbH,
57299 Burbach, DE; Court Holdings Ltd., Ontario,
CA**

(72) Erfinder:

**Vinke, Peter, 28790 Schwanewede, DE; Neuser,
Stefan, 57074 Siegen, DE; Meier, Roland, 46047
Oberhausen, DE**

(74) Vertreter:

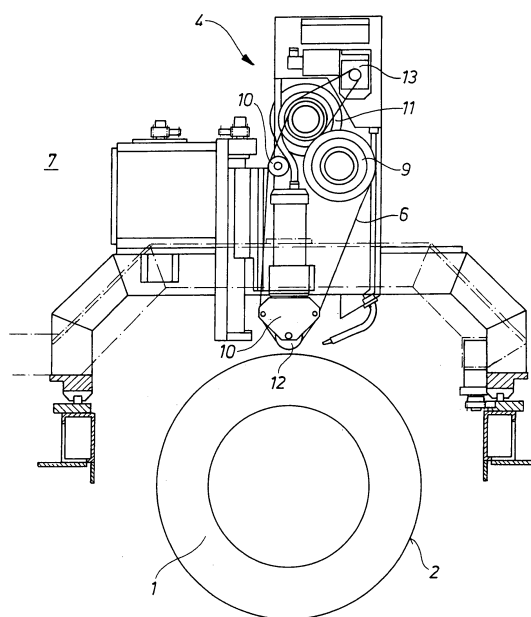
Hemmerich und Kollegen, 57072 Siegen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Maschine zur Herstellung einer Walze**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Walze (1), bei dem die Oberfläche (2) der Walze (1) mittels eines Elektro-Erodierprozesses in die gewünschte Feinkontur gebracht wird, wird dem Elektro-Erodierprozess ein Feinbearbeitungsprozess nachgeschaltet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Walze, bei dem die Oberfläche der Walze mittels eines Elektro-Erodierprozesses in die gewünschte Kontur gebracht wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Maschine zur Herstellung einer Walze.

Stand der Technik

[0002] Um die Arbeitsfläche einer Walze mit Ihrer genauen Kontur zu versehen, die die Walze im fertigen Zustand aufweisen soll, ist es bekannt, einen Elektro-Erodierprozess einzusetzen. Dieser als EDT (Electrical Discharge Texturing) bezeichnete Prozess erlaubt eine hochgenaue Profilierung der Oberfläche der Walze.

[0003] Beim EDT-Verfahren kommt es durch Funkenerosion der Oberfläche der Walze zu einem Materialabtrag, mit dem es möglich ist, die Walzenoberfläche mit einer im voraus gewählten gleichmäßigen Rautiefe (Mittenrauwert R_a) und einer definierten Spitzenzahl zu versehen. Bei diesem Verfahren wird eine Elektrode auf einen exakt geregelten Spalt zur Oberfläche der Walze gebracht. In dieser Position liefert ein Generator mit hoher Frequenz die Energie in Form von Abtragsimpulsen, die örtlich über die Elektrode verteilt zur Kraterbildung führen. Bei einem Impuls formieren sich die leitfähigen Partikel im Dielektrikum zu einer Dipolbrücke, sobald die Impulsspannung wirkt. Ein Strom beginnt zu fließen, wodurch auf der Walzenoberfläche ein muldenförmiges Volumen Material über seinen Schmelzpunkt erhitzt und dadurch vergrößert wird. In einem Entladekanal bildet sich eine Gasblase. Wird der Erodierimpuls dann abgeschaltet, bricht der Entladekanal zusammen, wodurch das erschmolzene Volumen herausgeschleudert und so abgetragen wird. Es bleibt eine muldenförmige Vertiefung zurück, wodurch insgesamt eine diffuse Struktur bei größter programmierbarer Gleichmäßigkeit und engen Toleranzen entsteht.

[0004] Im Walzprozess werden die Walzen als Werkzeuge zur Verformung und Texturierung des Walzguts eingesetzt. Dabei werden die Walzen mit einer Walzkraft beaufschlagt, um eine Verformung des Walzgutes zu erreichen. Unter dieser Belastung in den Walzgerüsten verändert sich das Walzverhalten der Walzen insbesondere auf den ersten Walzmetern. Es hat sich herausgestellt, dass bei diesem ersten Betrieb einer neuen Walze die beim Aufrauen auf den Walzenoberflächen erzeugten zu hoch vorstehenden Spitzen abbrechen, was zu Abrieb und Verunreinigungen an der Walzgutoberfläche führt. Diese Verunreinigungen sind für weitere Verformungs- und Beschichtungsprozesse unerwünscht bzw. schädlich und führen zu einem erheblichen Materialausschuss und Mehraufwand bei der Weiterver-

arbeitung.

[0005] Es ist daher üblich bzw. erforderlich, nach der Elektro-Erosion der Walze einen Prozess nachzuschalten, der für eine weitere Verbesserung der Walzenoberfläche sorgt. Dabei wird die Walze außerhalb der EDT-Texturiermaschine entweder mittels Bürsten und/oder mittels einer chemischen Behandlung (Ätzen) so bearbeitet, dass das "Oberflächengebirge" nachbearbeitet wird. Namentlich werden die Spitzen der Rauheitsstruktur gebrochen. Hierfür wird die Walze in eine zusätzliche Maschine (für das Bürsten) oder in ein chemisches Bad (zum Ätzen) verbracht. Dies stellt einen nicht unerheblichen Arbeitsaufwand und damit entsprechende Fertigungskosten dar. Weiterhin ist es nachteilig, dass bei der Bearbeitung mittels Bürsten keine definierten Bearbeitungsbedingungen vorliegen, was für die Reproduzierbarkeit des Prozesses negativ ist. Ferner stellt der nachgeschaltete Prozess eine Vorgehensweise dar, die kaum automatisierbar ist und somit den gesamten Fertigungsprozess der Walzenherstellung nachteilig beeinflusst.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Maschine zu schaffen, mit dem bzw. mit der der Fertigungsprozess für Walzen vereinfacht werden kann. Insbesondere sollen sich die hergestellten Walzen durch ein optimales Einlaufverhalten auszeichnen, so dass die oben genannten Nachteile vermieden werden.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß dadurch gekennzeichnet, dass dem Elektro-Erodierprozess ein Feinbearbeitungsprozess nachgeschaltet wird.

[0008] Dieser Feinbearbeitungsprozess kann dabei ein mechanischer Bearbeitungsprozess mit geometrisch unbestimmter Schneide sein. Dabei ist insbesondere an einen Schleifprozess oder an einen Honprozess gedacht. Besonders bewährt hat sich ein Bandschleifprozess als Feinbearbeitungsprozess.

[0009] Mit Vorteil wird von der Oberfläche der Walze durch den Feinbearbeitungsprozess in radiale Richtung der Walze gemessen ein Betrag zwischen 1,0 μm und 20 μm Material abgetragen. Ferner wird bevorzugt der Mittenrauwert der Oberfläche der Walze bei der Durchführung des Feinbearbeitungsprozesses im wesentlichen nicht verändert.

[0010] Die Maschine zur Herstellung einer Walze weist eine Elektro-Erodiereinheit zur Bearbeitung der Oberfläche der Walze auf. Erfindungsgemäß ist eine in die Maschine integrierte Feinbearbeitungseinheit vorgesehen.

[0011] Dabei werden in vorteilhafter Weise die Elektro-Erodierenheit und die Feinbearbeitungseinheit von einer gemeinsamen CNC-Maschinensteuerung angesteuert.

[0012] Die Feinbearbeitungseinheit ist mit Vorteil eine Bandschleifmaschine. Dabei kann dann vorgesehen werden, dass das Schleifband der Bandschleifmaschine mit Abrasivmaterial, vorzugsweise mit Korund oder mit Bornitrid, mit einer mittleren Korngröße zwischen 0,1 µm und 100 µm versehen ist.

[0013] Mit der vorgeschlagenen Lösung werden mehrere Vorteile gleichzeitig erzielt:

Es ist möglich, den dem EDT-Texturieren (Elektro-Funkenerosion) nachgeschalteten Feinbearbeitungsprozess in hohem Maße reproduzierbar an diejenigen Eigenschaften anzupassen, die die Oberfläche der Walze nach dem Feinbearbeitungsprozess aufweisen soll. Beim Nachbearbeiten mittels einer Bandschleifeinrichtung können alle wesentlichen Bearbeitungsparameter frei gewählt bzw. CNC-gesteuert werden. Dies gilt für die Vorschubgeschwindigkeit des zum Einsatz kommenden Schleifbandes, für die gewählte Körnung des Schleifbandes, die Härte der Anpressrolle, mit der das Schleifband an die Walzenoberfläche angedrückt wird, für die Anpresskraft, mit der die Anpressrolle an die Walzenoberfläche gepresst wird, und für die Walzendrehzahl.

[0014] Die texturierten Walzen können damit exakt auf das gewünschte Traganteilsniveau kalibriert werden. Es ist eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet. Damit wird eine ansatzfreie, gleichmäßige Walzenoberfläche mit einem erhöhten Traganteil und daraus resultierender höherer Verschleißfestigkeit im Walzprozess möglich. Das Ausbrechen einzelner, ansonsten über den Mittelwert der Rautiefe herausstehender Spitzen wird dadurch verhindert bzw. auf ein Minimum reduziert.

[0015] Der gesamte Prozess für die Bearbeitung der Walzenoberfläche kann vollautomatisiert werden. Die Fertigungskosten können – im Vergleich mit heute üblichen Verfahren – wesentlich gesenkt werden.

[0016] Vorteilhaft ist ferner, dass die Grenzstruktur mit den größten Rautiefen erhalten bleibt, so dass der Rauheitswert (R_a) unverändert bleibt und nur die unerwünschten, geschwächten oberen Spitzen abgetragen werden. Dadurch erfolgt am zu walzenden Werkstück keine Geometrieänderung, und unter Produktionsbedingungen wird ein konstantes Walzenoberflächenverhalten erreicht.

[0017] Die so bearbeiteten Walzen benötigen im Walzprozess und insbesondere zu dessen Beginn keine Einlaufphase. Es brechen insbesondere keine Mikro-Spitzen auf der Walzenoberfläche ab, was zu

weniger Abrieb und Schmutz am Walzgut und zu einer längeren Standzeit der Walze im Prozess führt.

Ausführungsbeispiel

[0018] Weitere Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Es zeigen:

[0019] [Fig. 1](#) die Seitenansicht einer teilweise schematisch skizzierten Bearbeitungsmaschine für die Bearbeitung einer Walze;

[0020] [Fig. 2](#) dieselbe Darstellung wie in [Fig. 1](#) mit Darstellung einer Feinbearbeitungseinheit;

[0021] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellung der Feinbearbeitungsmaschine gemäß [Fig. 2](#); und

[0022] [Fig. 4](#) die Ansicht A gemäß [Fig. 3](#).

[0023] In den Figuren ist eine Bearbeitungsmaschine **7** dargestellt, mit der eine Walze **1** gefertigt werden kann. Es geht bei der Bearbeitung in der Bearbeitungsmaschine **7** darum, die Oberfläche **2** der Walze **1** präzise mit ihrer Endkontur zu versehen.

[0024] Zu diesem Zweck kommt die Walze bereits weitgehend vorbearbeitet und oberflächenbehandelt (gehärtet) in die Bearbeitungsmaschine **7**.

[0025] Wie nur sehr schematisch in [Fig. 1](#) zu sehen ist, weist die Bearbeitungsmaschine **7** eine Elektro-Erodierenheit **3** auf, wobei in [Fig. 1](#) eine Anzahl Elektroden **8** dargestellt ist.

[0026] Mittels der Elektroden **8** wird das EDT-Verfahren (Funkenerosionsverfahren) durchgeführt. Dabei erfolgt ein Materialabtrag an der Oberfläche **2** der Walze **1**, und zwar in geometrisch vorbestimmter Weise. Hierdurch ist es möglich, die Oberfläche **2** der Walze **1** mit einem gewählten und gleichmäßigen Mittenrauwert R_a (Rautiefe) zu versehen und die Anzahl der Materialspitzen festzulegen. Die Elektroden **8** werden dabei auf einen exakt geregelten Spalt zur Oberfläche **2** der Walze **1** gebracht. Das Anlegen eines Impulsstromes hat das Abtragen von Materialpartikeln zur Folge. Zurück bleiben auf der Walzenoberfläche muldenförmige Vertiefungen, wodurch insgesamt eine diffuse Struktur bei einem hohen Maß an Gleichmäßigkeit bei engen Toleranzen erreicht wird.

[0027] Die texturierte, d. h. mittels Funkenerosion bearbeitete Oberfläche **2** der Walze **1** wird anschließend mit einer Bandschleifeinrichtung **4** nachgearbeitet, wie sie in [Fig. 2](#) zu sehen ist. Es sei angemerkt, dass aus Gründen der Übersichtlichkeit in [Fig. 1](#) lediglich die Elektro-Erodierenheit **3** und in

Fig. 2 lediglich die Bandschleifeinrichtung **4** eingezeichnet ist; tatsächlich befinden sich beide Einheiten **3, 4** in der Maschine **7**.

[0028] Allerdings ist aus **Fig. 2** ersichtlich, dass die Bandschleifeinrichtung **4** in zwei unterschiedlichen Positionen in der Maschine **7** angeordnet, d. h. dorthin verfahren werden kann: Die rechte Position entspricht einer Ruheposition, in der die Bandschleifeinrichtung **4** nicht arbeitet. In der linken Position ist die Bandschleifeinrichtung **4** an die Walze **1** herangefahren und nimmt von deren Oberfläche **2** Material ab. Hierzu wird die Bandschleifeinrichtung **4** in Achsrichtung der Walze **1** verfahren.

[0029] Der mittels der Bandschleifeinrichtung **4** durchgeführte Schleifprozess wird hinsichtlich seiner Betriebsparameter so eingestellt, dass die Oberfläche **2** gemäß vorgegebenen Zieldaten kalibriert wird, d. h. die Oberfläche **2** wird auf ein gewünschtes Traganteilsniveau gebracht.

[0030] Anzumerken ist ferner, dass sowohl die Elektro-Erodiereinheit **3** als auch die Bandschleifeinrichtung **4** von einer gemeinsamen CNC-Maschinensteuerung **5** gesteuert werden, die nur sehr schematisch dargestellt ist.

[0031] Details der Bandschleifeinrichtung **4** gehen aus den **Fig. 3** und **Fig. 4** hervor.

[0032] Die Bandschleifeinrichtung **4** weist ein Schleifband **6** auf, das auf seiner Oberfläche einseitig mit einem abrasiven Hartstoff, beispielsweise mit Korund oder Bornitrid, versehen ist. Dabei ist die Körnung des Hartstoffs so gewählt, dass die gewünschte Oberflächenkontur auf der Walze **1** entsteht. Sehr feiner Hartstoff kann eine mittlere Korngröße im Bereich von weniger als 1 µm haben, für gröbere Bearbeitungsvorgänge bei entsprechend höherer Abtragraten sind große Körnungen im Bereich bis ca. 50 bis 100 µm denkbar.

[0033] Das Schleifband **6** ist auf einer Abwickelrolle **9** aufgewickelt, von der es abgewickelt wird. Eine Bandführung **10** führt das Band **6** in den Bereich der Oberfläche **2** der Walze **1**. Von dort wird es weiter zu einer Aufwickelrolle **11** geführt, die das Band **6** wieder aufwickelt. Es kommen dabei Bandlängen von 15 bis 50 m zum Einsatz.

[0034] Das Schleifband **6** wird mittels einer Andruckrolle **12** mit einer radial zur Achse der Walze **1** gerichteten Andruckkraft auf die Walzenoberfläche **2** gepresst.

[0035] Die Abwickelgeschwindigkeit des Schleifbandes **6** von der Abwickelrolle **9** bzw. auf die Aufwickelrolle **11** wird durch einen steuerbaren Antriebsmotor **13** vorgegeben.

[0036] Durch die Wahl der Körnung des abrasiven Hartstoffs des Schleifbandes **6**, durch die auf die Andruckrolle **12** ausgeübte Andruckkraft, durch die vom Antriebsmotor **13** vorgegebene Geschwindigkeit des Schleifbandes **6**, durch den Axialvorschub der Bandschleifeinrichtung **4** relativ zur Walze **1** sowie durch die Walzendrehzahl sind diverse Parameter des Bearbeitungsprozesses frei wählbar bzw. steuerbar, um ein gewünschtes Arbeitsergebnis zu erzielen.

[0037] Das Abwickeln des Schleifbandes **6** erfolgt somit geschwindigkeitsgeregelt durch den Antriebsmotor **13**. Der Vorschub des Schleifbandes **6** – in Achsrichtung der Walze **1** – wird vorzugsweise stufenlos geregelt.

[0038] Das erläuterte gesteuerte Ab- und Aufwickeln des Schleifbandes **6** von der Rolle **9** bzw. auf die Rolle **11** hat ein kontinuierliches Zuführen von neuem Schleifmittel zur Folge, wodurch ein auf der gesamten Oberfläche **2** der Walze **1** gleichmäßiges und ansatzfreies Oberflächenfinish erreicht wird.

[0039] Durch freie Wahl der genannten Parameter, die den Schleifprozess bestimmen, können gewünschte Oberflächenparameter nach dem Texturieren erreicht werden.

[0040] Der Mittenrauwert R_a ändert sich durch den Superfinish-Prozess in Form des Schleifens nicht bzw. kaum. Ebenfalls bleibt der Pc-Wert konstant.

[0041] Wie in den Figuren zu sehen ist, ist die Feinbearbeitungseinheit **4** in die Maschine **7** zur Durchführung der Elektro-Erosion integriert. Allerdings ist es auch möglich, dass die Feinbearbeitungseinheit **4** außerhalb dieser Maschine angeordnet wird, beispielsweise in Kombination mit einer Mess- oder Inspektionsvorrichtung (nicht dargestellt).

[0042] Im Falle der Integration der Feinbearbeitungseinheit **4** in die Elektro-Erosions-Maschine **7** kann – wie dargestellt – die Feinbearbeitungseinheit **4** in einem reitstockseitigen Deckel einer Tankabdeckung angeordnet werden, so dass das Schleifband **6** von oben auf die Oberfläche **2** der Walze **1** aufgesetzt werden kann.

[0043] Im Falle der Kombination der Feinbearbeitungseinheit **4** mit einem Inspektionsstand oder mit einer Schleif- oder Drehmaschine kann die Feinbearbeitungseinheit **4** so angeordnet werden, dass das Schleifband **6** horizontal an die Oberfläche **2** der Walze **1** herangeführt wird.

Bezugszeichenliste

1	Walze
2	Oberfläche
3	Elektro-Erodiereinheit
4	Feinbearbeitungseinheit
5	CNC-Maschinensteuerung
6	Schleifband
7	Bearbeitungsmaschine
8	Elektroden
9	Abwickelrolle
10	Bandführung
11	Aufwickelrolle
12	Andruckrolle
13	Antriebsmotor
R _a	Mittenrauwert (Rautiefe)

Feinbearbeitungseinheit (4) über eine gemeinsame CNC-Maschinensteuerung (5) verbunden sind.

9. Maschine nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Feinbearbeitungseinheit (4) eine Bandschleifmaschine ist.

10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifband (6) der Bandschleifmaschine (4) mit Abrasivmaterial, vorzugsweise mit Korund oder mit Bornitrid, mit einer mittleren Korngröße zwischen 0,1 µm und 100 µm versehen ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Walze (1), bei dem die Oberfläche (2) der Walze (1) mittels eines Elektro-Erodierprozesses in die gewünschte Kontur gebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Elektro-Erodierprozess ein Feinbearbeitungsprozess nachgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinbearbeitungsprozess ein mechanischer Bearbeitungsprozess mit geometrisch unbestimmter Schneide ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinbearbeitungsprozess ein Schleifprozess oder ein Honprozess ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinbearbeitungsprozess ein Bandschleifprozess ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass von der Oberfläche (2) der Walze (1) durch den Feinbearbeitungsprozeß in radiale Richtung der Walze (1) gemessen ein Betrag zwischen 1,0 µm und 20 µm Material abgetragen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittenrauwert (R_a) der Oberfläche (2) der Walze (1) bei dem Feinbearbeitungsprozess im wesentlichen unverändert bleibt.

7. Maschine zur Herstellung einer Walze (1), die eine Elektro- Erodiereinheit (3) zur Bearbeitung der Oberfläche (2) der Walze (1) aufweist, gekennzeichnet durch eine in die Maschine integrierte Feinbearbeitungseinheit (4).

8. Maschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektro-Erodiereinheit (3) und die

Fig. 1

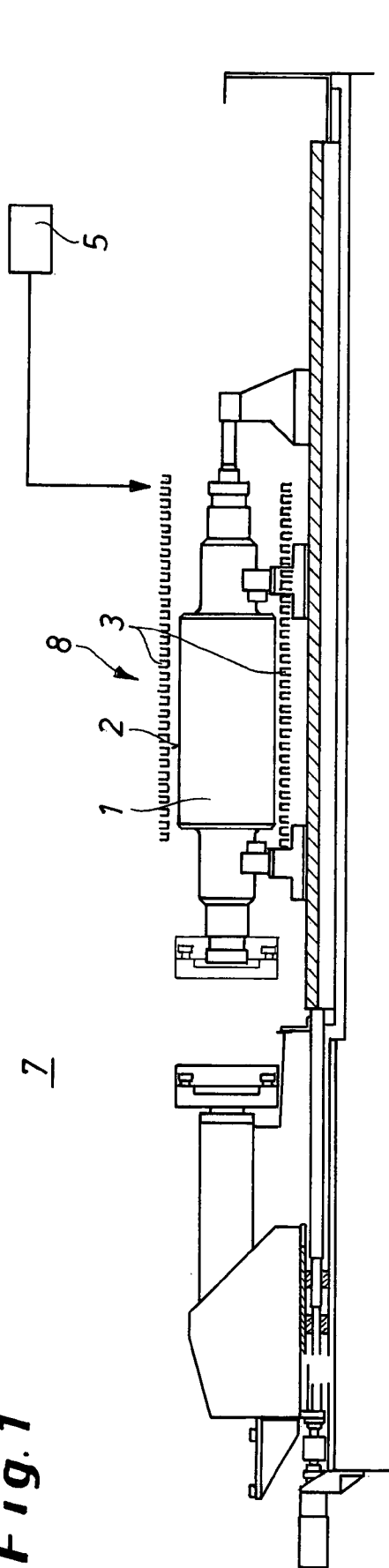
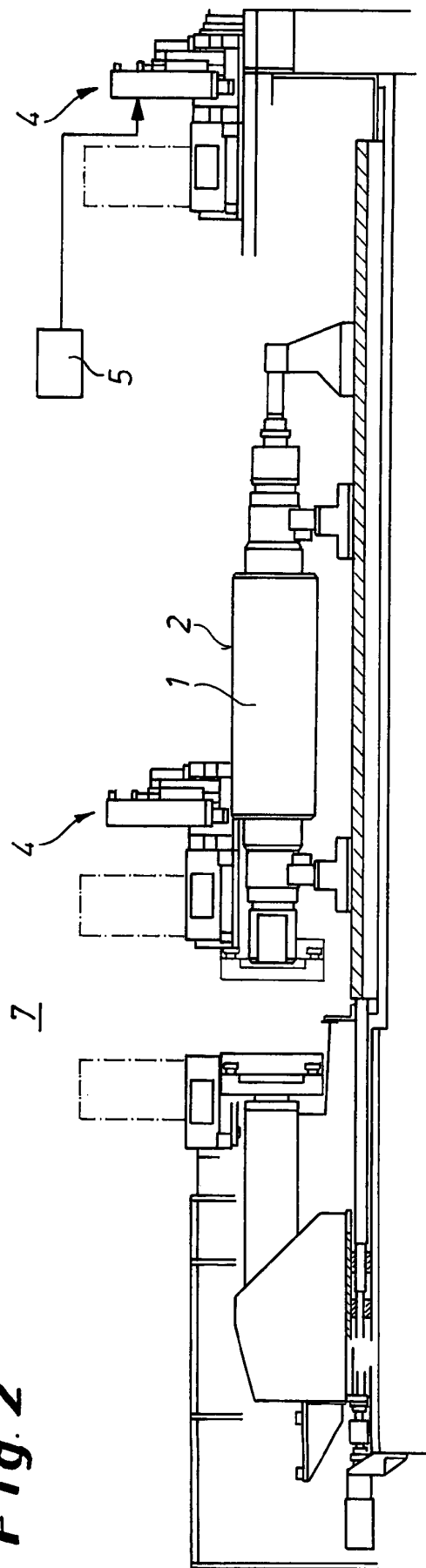


Fig. 2



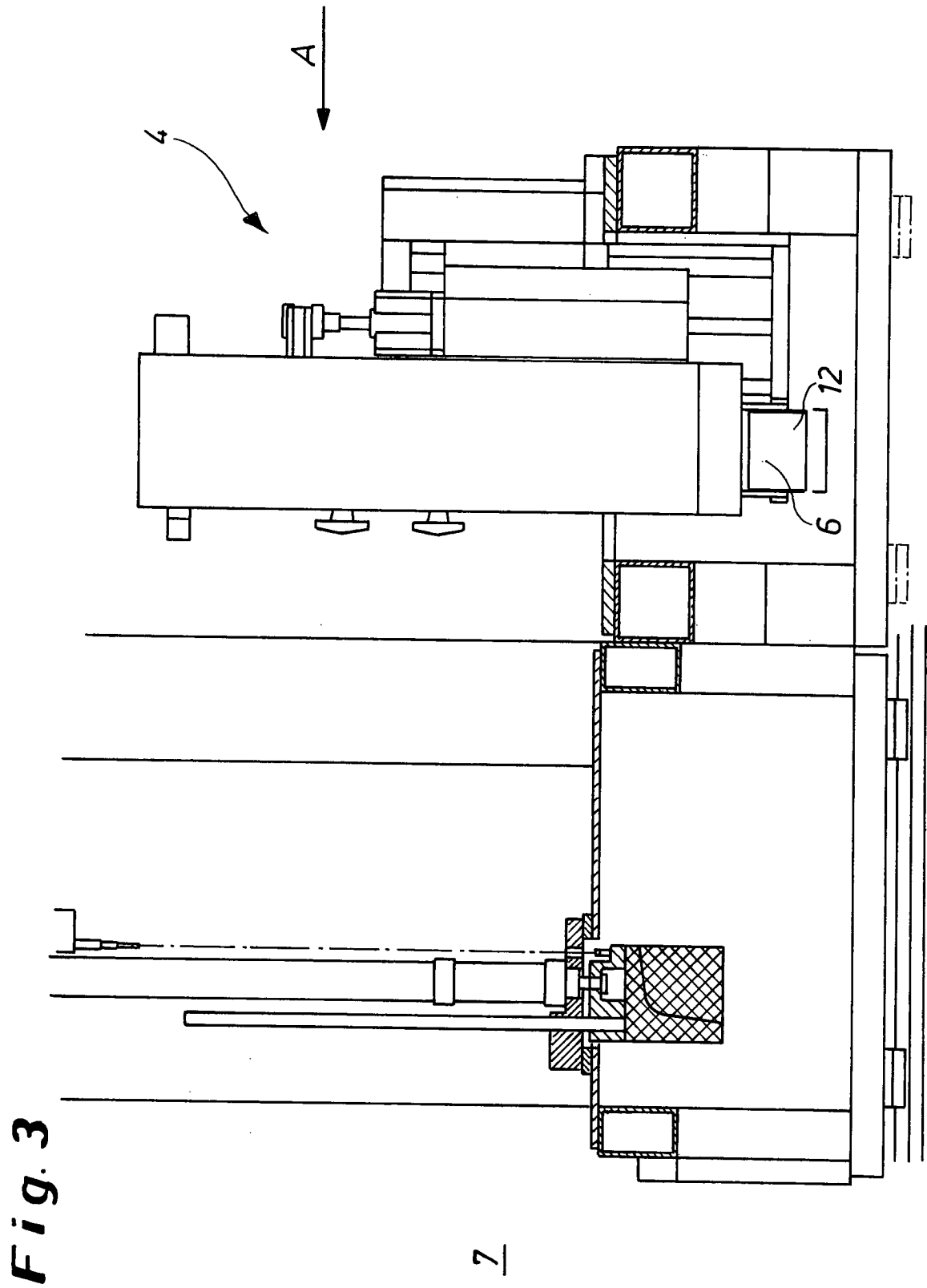


Fig. 4

