

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 346 588
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 89106772.0

51

Int. Cl.4: **B24B 17/04 , B24B 49/02**

22

Anmeldetag: 15.04.89

30

Priorität: 13.06.88 DE 3819897

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.12.89 Patentblatt 89/51

84

Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

71

Anmelder: **Werkzeugmaschinenbau
Präzisions-Technik GmbH Wertheim
Carl-Jacob-Kolb-Weg
D-6980 Wertheim(DE)**

72

Erfinder: **Henseleit, Roland, Dipl.-Ing.
Gerhard-Hauptmann-Str. 62
D-6980 Wertheim(DE)**
Erfinder: **Fleckenstein, Dieter
Friedensstr. 6
D-6981 Faulbach(DE)**

74

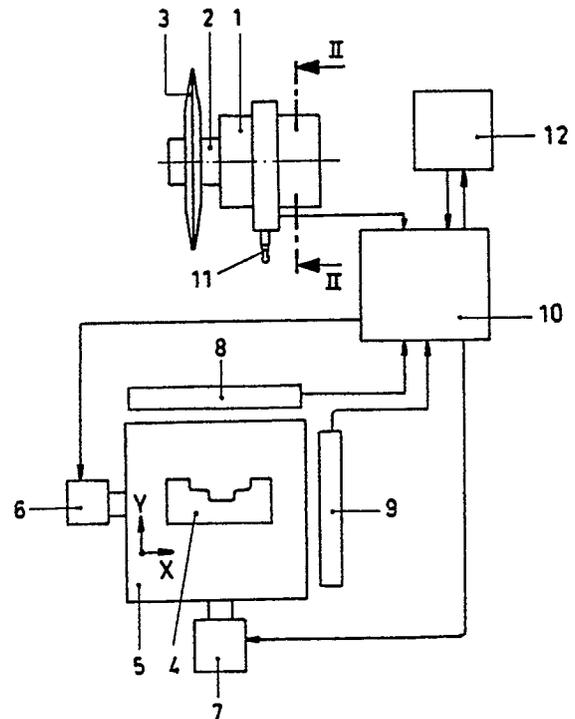
Vertreter: **Katscher, Helmut, Dipl.-Ing.
Bismarckstrasse 29
D-6100 Darmstadt(DE)**

54

Projektionsoptische Formenschleifmaschine und Verfahren zu ihrer Steuerung.

57

Bei einer projektionsoptischen Formenschleifmaschine ist am Schleifspindelstock (1) ein Meßtaster (11) angebracht, mit dem ein Werkstück (4) abwechselnd zu Schleifvorgängen abgetastet wird. Bei jedem Schaltvorgang des Meßtasters (11) werden die in diesem Augenblick von Wegmeßeinrichtungen (8, 9) eines Werkstückschlittens (5) gelieferten Weginformationen von einer Steuereinrichtung (10) an eine Speichereinrichtung (12) gegeben. Diese gespeicherten Weginformationen können dazu verwendet werden, das Werkstück (4) unmittelbar nach einem Bearbeitungsvorgang zu vermessen, um daraus Folgerungen für die weitere Bearbeitung abzuleiten.



EP 0 346 588 A2

FIG. 1

Projektionsoptische Formenschleifmaschine und Verfahren zu ihrer Steuerung

Die Erfindung betrifft eine projektionsoptische Formenschleifmaschine mit einer in einem Schleifspindelstock gelagerten Schleifspindel und einem relativ dazu in zwei Bewegungsachsen mittels einer elektronischen Steuereinrichtung verfahrenen Werkstückschlitten, mit den beiden Bewegungsachsen zugeordneten elektronischen digitalen Wegmeßeinrichtungen und einer elektronischen Speichereinrichtung, die mit der Steuereinrichtung verbunden sind.

Im Zusammenhang mit der Bearbeitung von Werkstücken auf Werkzeugmaschinen besteht die Notwendigkeit, das Werkstück zu vermessen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Feststellung der Istmaße des Werkstücks nach der Bearbeitung zu. Einerseits wird hierbei festgestellt, ob die Istmaße des Werkstücks in den vorgegebenen Toleranzbereichen liegen bzw. ob eine Nachbearbeitung erforderlich ist; andererseits können bei der Bearbeitung einer Serie von Werkstücken aus den nach der Bearbeitung ermittelten Istmaßen Rückschlüsse auf den Bearbeitungsvorgang gezogen werden, beispielsweise auf die Notwendigkeit, ein Werkzeug nach fortgeschrittenem Verschleiß auszuwechseln oder eine Schleifscheibe abzurichten. Dieses nachträgliche Vermessen des Werkstücks erfolgt in den meisten Fällen außerhalb der Werkzeugmaschine. Wenn eine sehr genaue Vermessung in mehreren Achsen erforderlich ist, wird das Werkstück hierzu beispielsweise auf eine Meßmaschine gebracht und dort mit einem schaltenden Meßtaster abgetastet, wobei bei einem Schaltvorgang des Meßtasters die in diesem Augenblick von einer Wegmeßeinrichtung gelieferte Weginformation in einer Speichereinrichtung der Meßmaschine gespeichert wird.

Es ist auch bekannt, Meßvorrichtungen an der Werkzeugmaschine selbst anzubringen, die eine Vermessung des Werkstücks unmittelbar nach dem Bearbeitungsvorgang noch in der Werkstückaufnahme der Werkzeugmaschine oder sogar während des Bearbeitungsvorgangs ermöglichen. Diese Meßvorrichtungen weisen gesonderte Wegmeßeinrichtungen auf.

Schließlich ist es auch bekannt, bei Werkzeugmaschinen, beispielsweise in Bearbeitungszentren, im Austausch zu dem Werkzeug einen elektronischen Meßtaster in die Werkzeugaufnahme, beispielsweise einen Spindelkopf, aufzunehmen, um damit Messungen durchzuführen, wobei die Wegmeßeinrichtungen der Werkzeugmaschine verwendet werden. Auf diese Weise werden beispielsweise die Werkstückposition, ein Zerspannungsaufmaß oder ein Werkzeugeinstellwert ermittelt. Hierbei ist es jedoch erforderlich, das Werkzeug aus seiner

Aufnahme herauszunehmen und durch den Meßtaster zu ersetzen. Dadurch sind Ungenauigkeiten bedingt. Ein automatischer Wechsel von Bearbeitung und Meßvorgang ist nur möglich, wenn eine automatische Werkzeugwechseleinrichtung vorhanden ist, in der der Meßtaster anstelle eines Werkzeugs bereitgehalten wird.

Diese Maßnahme ist daher bei projektionsoptischen Formenschleifmaschinen nicht möglich, bei denen wegen der üblicherweise geforderten sehr hohen Bearbeitungsgenauigkeit ein Schleifscheibenwechsel nicht zugelassen werden kann. Außerdem wäre der Arbeitsaufwand hierfür sehr hoch.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine projektionsoptische Formenschleifmaschine der eingangs genannten Gattung so auszugestalten, daß mit geringem Bauaufwand in raschem Wechsel mit Bearbeitungsvorgängen Meßvorgänge durchgeführt werden können, deren Meßgenauigkeit ebenso hoch ist wie die ohnehin schon sehr hohe Bearbeitungsgenauigkeit dieser Formenschleifmaschinen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein in mindestens einer der Bewegungsachsen schaltender Meßtaster, der in Bezug auf den Schleifspindelstock fest angeordnet ist, elektronisch mit der Steuereinrichtung derart verbunden ist, daß bei einem Schaltvorgang des Meßtasters die in diesem Augenblick von mindestens einem der Wegmeßeinrichtungen gelieferte Weginformation in der Speichereinrichtung gespeichert wird.

Der Meßtaster ist hierbei fest angebracht und kann daher mit sehr hoher Ansprechgenauigkeit und Wiederholgenauigkeit ausgeführt werden. Ein rascher Wechsel von Bearbeitungsvorgängen und Meßvorgängen ist möglich, weil weder das Werkzeug noch der Meßtaster ausgewechselt werden muß. Da die elektronischen digitalen Wegmeßeinrichtungen der Formenschleifmaschine selbst auch für den Meßvorgang verwendet werden, ist die Meßgenauigkeit mindestens ebenso hoch wie die Bearbeitungsgenauigkeit, und es treten keine Fehler durch Abweichungen zwischen getrennten Wegmeßeinrichtungen der Bearbeitungsmaschine und eines Meßgerätes auf.

Mittels des Meßtasters können abwechselnd zum Schleifvorgang Meßdaten aufgenommen und gespeichert werden, die für die weitere Bearbeitung in geometrischer und technologischer Hinsicht ausgewertet werden können. Die geometrische Beeinflussung betrifft die Lage des Werkstück-Koordinatensystems, den Werkstücknullpunkt und den Radius des Werkzeugs für die Äquidistantenberechnung der Bahnkorrektur. Die technologische Beeinflussung betrifft die Strategie der Fertigbear-

beitung in einem oder mehreren Durchgängen sowie die Beeinflussung des Bahnvorschubs entlang des zu bearbeitenden Profils.

Zusätzlich zu diesem interaktiven Meß- und Bearbeitungsfunktionen während der Bearbeitung ist es durch die Erfindung möglich, durch Abarbeiten eines Testprogramms mit anschließendem Nachmessen an signifikanten Profilstellen den Abstand des Schleifscheibenperipherieradius von der mechanischen Schwenkachse zu ermitteln.

Vorzugsweise ist die Formenschleifmaschine gemäß der Erfindung so ausgeführt, daß der Meßtaster in beiden Bewegungsachsen schaltet und daß die von beiden Wegmeßeinrichtungen gelieferten Weginformationen in der Speichereinrichtung gespeichert werden.

Die Erfindung betrifft auch ein vorteilhaftes Verfahren zur Steuerung einer Formenschleifmaschine, wobei von den Wegmeßeinrichtungen gelieferte Weginformationen in der Speichereinrichtung gespeichert werden. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schaltvorgang des Meßtasters die in diesem Augenblick von mindestens einer der Wegmeßeinrichtungen gelieferte Weginformation in der Speichereinrichtung gespeichert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer abhängiger Ansprüche.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 in stark schematisierter Darstellungsweise Teile einer projektionsoptischen Formenschleifmaschine und ein vereinfachtes Blockschaltbild der Steuerung,

Fig. 2 einen vergrößerten schematischen Schnitt längs der Linie II-II in Fig 1 und

Fig. 3 den Abtastvorgang einer zu bearbeitenden Matrizenhälfte.

Die in Fig. 1 nur teilweise und stark vereinfacht angedeuteten Teile einer projektionsoptischen Formenschleifmaschine umfassen einen Schleifspindelstock 1, in dem eine Schleifspindel 2 gelagert ist, die eine Schleifscheibe 3 trägt. Ein zu bearbeitendes Werkstück 4 ist auf einem Werkstückschlitten 5 aufgenommen, der mittels eines ersten Schlittenantriebs 6 in der X-Achse und eines zweiten Schlittenantriebs 7 in der Y-Achse antreibbar ist. Elektronische digitale Wegmeßeinrichtungen 8 und 9 sind den Bewegungsachsen X, Y des Werkstückschlittens 5 zugeordnet und liefern eine Weginformation an eine elektronische Steuereinrichtung 10, von der die Schlittenantriebe 6, 7 nach einer (nicht dargestellten) Sollwerteingabe gesteuert werden.

Ein Meßtaster 11 ist am Schleifspindelstock 1

befestigt und kann im Wechsel zu einem Bearbeitungseingriff der Schleifscheibe 3 in Tasteingriff mit dem Werkstück 4 gebracht werden. Der Meßtaster 11 ist so aufgebaut, daß er mindestens in der X-Achse, vorzugsweise aber in den beiden X-Y-Achsen bei einer Berührung mit der anzutastenden Werkstückfläche schaltet.

Bei jedem Schaltvorgang liefert der Meßtaster 11 einen Befehl an die Steuereinrichtung 10. Dieser Befehl bewirkt, daß die in diesem Augenblick von den Wegmeßeinrichtungen 8, 9 gelieferten Weginformationen an eine elektronische Speichereinrichtung 12 geliefert und dort gespeichert werden. Aus der Speichereinrichtung 12 können diese gespeicherten Weginformationen durch die Steuereinrichtung 10 abgerufen und weiter verarbeitet werden.

Fig. 2 zeigt die Anordnung des Meßtasters 11 am Schleifspindelstock 1 nahe an der Schleifscheibe 3.

Die Steuereinrichtung 10 und die Speichereinrichtung 12 sind beispielsweise Teile einer rechnergestützten numerischen Bahnsteuerung (CNC-Steuerung) der Formenschleifmaschine.

Der Tast- und Speichervorgang kann beispielsweise nach Beendigung der Schleifbearbeitung zur Überprüfung der geschliffenen Formen erfolgen. Hierzu können die in der Speichereinrichtung 12 gespeicherten Weginformationen unter Berücksichtigung des fest vorgegebenen Verschiebeweges zwischen dem Schleifscheibeneingriff und dem Meßtastereingriff mit vorgegebenen Sollwerten verglichen werden. Die Ergebnisse dieser Vergleichsvorgänge liefern einerseits Informationen über die Werkstückgeometrie, beispielsweise über die Einhaltung vorgegebener Fertigungstoleranzen, und andererseits über den Bearbeitungsvorgang. So kann festgestellt werden, ob ein zusätzlicher Bearbeitungsvorgang erforderlich ist oder ob für die nachfolgende Bearbeitung eines gleichen Werkstücks eine Bahnkorrektur oder ein Abziehen der Schleifscheibe erforderlich ist.

Der Tast- und Speichervorgang kann auch dazu herangezogen werden, Bezugsmaße an vorbearbeiteten Werkstückrohlingen zu ermitteln, bevor die Schleifbearbeitung erfolgt.

In Fig. 3 ist gezeigt, daß der Meßtaster 11 nacheinander eine Außenkontur 4a und eine vorbearbeitete Kontur 4b am Werkstück 4, beispielsweise einer Matrizenhälfte, antastet. Die Weginformation über den Abstand der beiden angetasteten Flächen 4a, 4b wird in der Speichereinrichtung 12 gespeichert und stellt eine Maßverbindung zwischen der am Werkstück 4 vorgegebenen Fläche 4a, die außerhalb des am Bildschirm 13 der projektionsoptischen Formenschleifmaschine sichtbaren Teils des Werkstücks 4 liegt, und der Fläche 4b her, die in dem auf dem Bildschirm 13 sichtbaren Ausschnitt liegt. Auf diese Weise können die bear-

beiteten Profilflächen, die auf dem Bildschirm 13 sichtbar sind, mit hoher Genauigkeit zu einer Außenfläche 4a des Werkstücks 4 ausgerichtet werden, obwohl diese Außenfläche 4a auf dem Bildschirm 13 nicht sichtbar ist.

Es ist auch möglich, eine Werkstückspannvorrichtung und/oder einen Werkstückrohling vor der Bearbeitung auszurichten, indem die Werkstückspannvorrichtung oder der Werkstückrohling vor der Bearbeitung abgetastet und die erhaltenen Istwerte mit vorgegebenen Sollwerten verglichen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch dazu verwendet werden, eine Spindelsteigungs-Fehlerkorrektur regelmäßig zu überprüfen. Hierzu werden mehrere durch Längennormale vorgegebene Tastflächen am Werkstückschlitten nacheinander abgetastet und die jeweils gespeicherten Weginformationen zur Überprüfung der Spindelsteigungs-Fehlerkorrektur eines Antriebs des Werkstückschlittens verwendet.

Weiter kann das das Verfahren zur Ermittlung der Lagekennwerte eines zu schleifenden Kegels verwendet werden, beispielsweise des Kegelwinkels und der Lage der Kegelspitze für Formenschleifmaschinen mit Schwenkung und Hub.

Schließlich kann der Tast- und Speichervorgang im Rahmen eines Testprogramms durchgeführt werden, bei dem ein Profil bearbeitet und anschließend an mehreren vorgegebenen Profilstellen abgetastet wird. Die gespeicherten Weginformationen dienen zur Ermittlung des Abstands des Schleifscheiben-Peripherieradius von einer mechanischen Schwenkachse des Schleifspindelstocks 1 bzw. des Werkstückschlittens 5.

Ansprüche

1. Projektionsoptische Formenschleifmaschine mit einer in einem Schleifspindelstock (1) gelagerten Schleifspindel 2) und einem relativ dazu in zwei Bewegungsachsen mittels einer elektronischen Steuereinrichtung (10) verfahrenen Werkstückschlitten (5), mit den beiden Bewegungsachsen (X, Y) zugeordneten elektronischen digitalen Wegmeßeinrichtungen (8, 9) und einer elektronischen Speichereinrichtung (12), die mit der Steuereinrichtung (10) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein in mindestens einer der Bewegungsachsen (X, Y) schaltender Meßtaster (11), der in Bezug auf den Schleifspindelstock (1) fest angeordnet ist, elektronisch mit der Steuereinrichtung (10) derart verbunden ist, daß bei einem Schaltvorgang des Meßtasters (11) die in diesem Augenblick von mindestens einem der Wegmeßeinrichtungen (8, 9) gelieferte Weginformation in der Speichereinrichtung (12) gespeichert wird.

2. Formenschleifmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßtaster (11) in beiden Bewegungsachsen (X, Y) schaltet und daß die von beidem Wegmeßeinrichtungen (8, 9) gelieferten Weginformationen in der Speichereinrichtung (12) gespeichert werden.

3. Formenschleifmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßtaster (11) am Schleifspindelstock (1) nahe an der Schleifscheibe (3) angebracht ist.

4. Formenschleifmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (10) und die Speichereinrichtung (12) Teile einer rechnergestützten numerischen Bahnsteuerung (CNC-Steuerung) der Formenschleifmaschine sind.

5. Verfahren zur Steuerung einer Formenschleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei von den Wegmeßeinrichtungen gelieferte Weginformationen in der Speichereinrichtung gespeichert werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schaltvorgang des Meßtasters die in diesem Augenblick von mindestens einem der Wegmeßeinrichtungen gelieferte Weginformation in der Speichereinrichtung gespeichert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang nach Beendigung der Schleifbearbeitung zur Überprüfung der geschliffenen Formen erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang nach einem ersten Teil der Schleifbearbeitung erfolgt und daß die in der Speichereinrichtung gespeicherten Weginformationen nach einem Vergleich mit vorgegebenen Sollwerten zur Ermittlung von Korrekturwerten für eine Steuerung für eine nachfolgende weitere Schleifbearbeitung verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang vor der Schleifbearbeitung zur Ermittlung von Bezugsmaßen an vorbearbeiteten Werkstückrohlingen erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang vor der Schleifbearbeitung zum Ausrichten einer Werkstückspannvorrichtung und/oder eines Werkstückrohlings erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere durch Längennormale vorgegebene Tastflächen am Werkstückschlitten nacheinander abgetastet und die jeweils gespeicherten Weginformationen zur Überprüfung einer Spindelsteigungs-Fehlerkorrektur eines Antriebs des Werkstückschlittens verwendet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang zur Ermittlung der Lagekennwerte eines zu schleifenden Kegels verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tast- und Speichervorgang im Rahmen eines Testprogramms erfolgt, bei dem ein Profil bearbeitet und anschließend an mehreren vorgegebenen Profilstellen abgetastet wird, und daß die gespeicherten Weginformationen zur Ermittlung des Abstands des Schleifscheiben-Peripherieradius von einer mechanischen Schwenkachse des Schleifspindelstocks bzw. des Werkstückschlittens verwendet wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

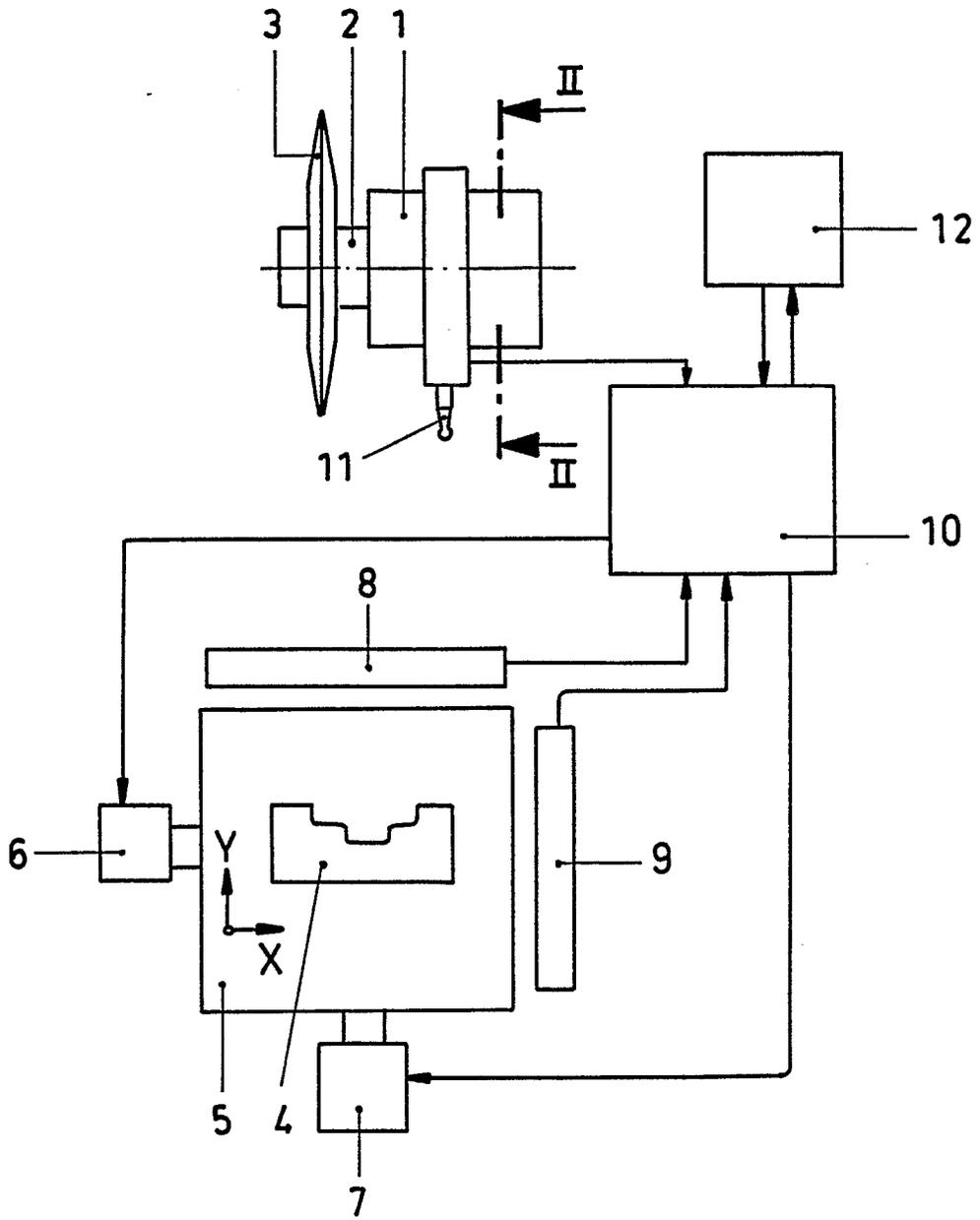


FIG. 1

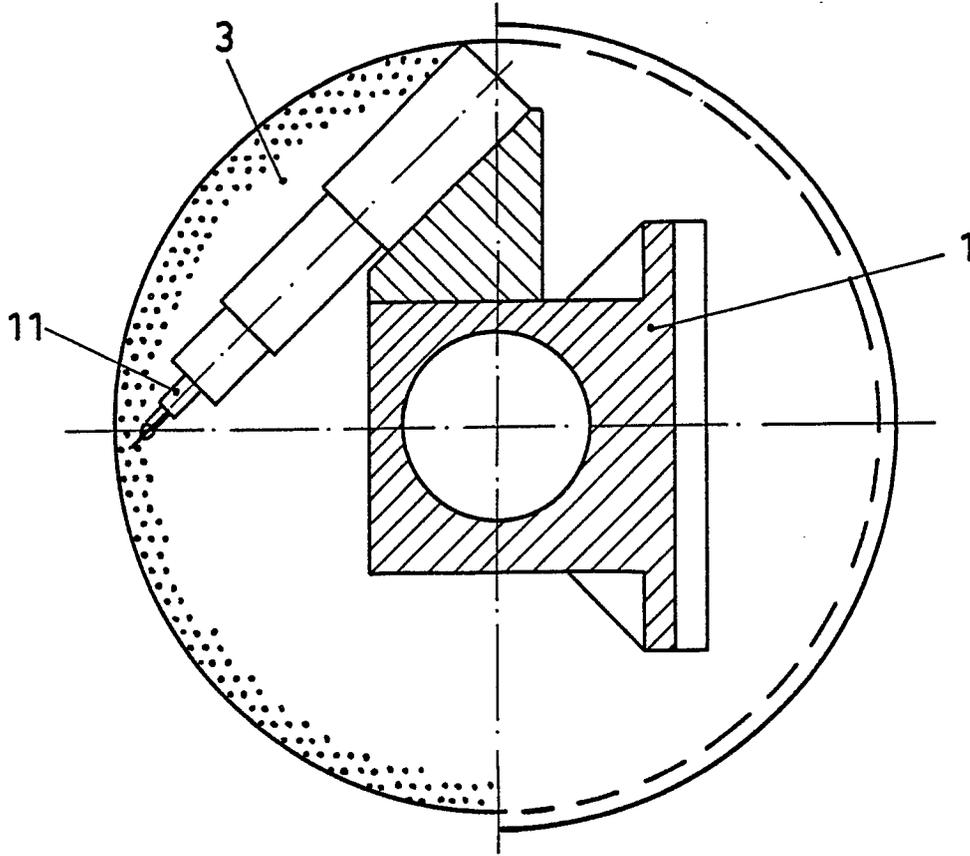


FIG. 2

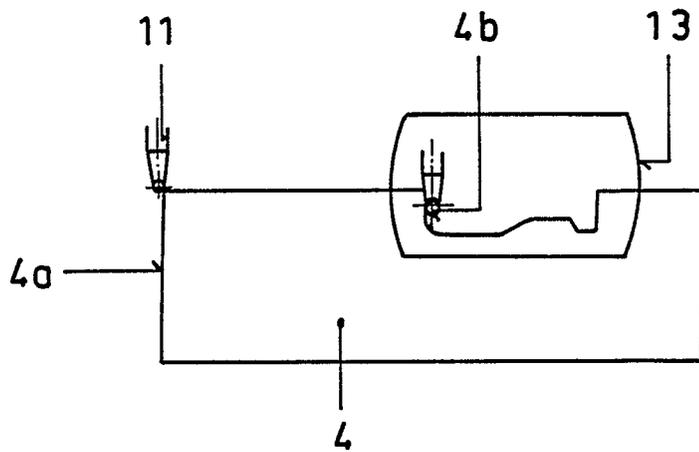


FIG. 3