



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 039 190 A1** 2006.02.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 039 190.4**

(22) Anmeldetag: **12.08.2004**

(43) Offenlegungstag: **23.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G05D 3/12** (2006.01)
B60L 13/06 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Haase, Andreas, 09125 Chemnitz, DE; Herrmann,
 Wolfram, 09126 Chemnitz, DE; Smolka,
 Karl-Heinz, 09126 Chemnitz, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

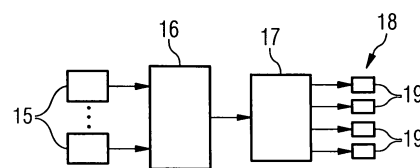
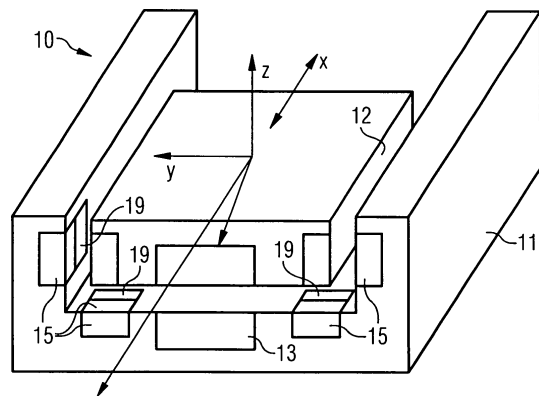
DE 695 01 251 T2
US2004/00 89 190 A
WO 87/06 167 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Maschine, insbesondere Produktionsmaschine, Werkzeugmaschine und/oder Roboter**

(57) Zusammenfassung: Eine Maschine, insbesondere eine Produktionsmaschine, eine Werkzeugmaschine und/oder ein Roboter, weist mindestens einen elektrischen Positionierantrieb (4, 10) auf, der einen Stator (11) und einen relativ zum Stator (11) in mindestens einer Verfahrrichtung (x, z, y) bewegbaren Läufer (12) aufweist. Der Läufer (12) ist relativ zum Stator (11) in mindestens einer von der mindestens einen Verfahrrichtung (x, z, y) verschiedenen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) mittels eines Magnetfeldes berührungslos gelagert. Dem Positionierantrieb (4, 10) ist eine Sensoreinrichtung (14) zugeordnet, mittels derer berührungslos eine Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) erfassbar ist. Dem Positionierantrieb (4, 10) ist auch eine Regeleinrichtung (17) zugeordnet, der die von der Sensoreinrichtung (14) erfasste Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) zuführbar ist. Von der Regeleinrichtung (17) ist anhand der Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) und einer Solllagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) ein Stellsignal für ein Positioniermagnetsystem (18) ermittelbar, mittels dem die Lagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Maschine, insbesondere eine Produktionsmaschine, eine Werkzeugmaschine oder ein Roboter, mit mindestens einem elektrischen Positionierantrieb, wobei der Positionierantrieb einen Stator und einen relativ zum Stator in mindestens einer Verfahrriichtung bewegbaren Läufer aufweist und der Läufer relativ zum Stator in mindestens einer von der mindestens einen Verfahrriichtung verschiedenen Lagerrichtung mittels eines Magnetfeldes berührungslos gelagert ist.

Stand der Technik

Derartige Maschinen sind allgemein bekannt.

[0002] Bei vielen Maschinen müssen zu positionierende Elemente hochgenau verfahren werden. Beispiele derartiger Maschinen sind Produktionsmaschinen wie z. B. Werkzeugmaschinen, Bearbeitungsstationen oder Spritzgießmaschinen. Das Verfahren dieser zu positionierenden Elemente erfolgt dabei in der Regel über elektrische Positionierantriebe. Diese Positionierantriebe weisen einen Stator und einen Läufer auf, wobei der Läufer relativ zum Stator in mindestens einer Verfahrriichtung bewegbar ist. Der Läufer ist bei diesen Positionsantrieben in der Regel relativ zum Stator in mindestens einer von der mindestens einen Verfahrriichtung verschiedenen Lagerrichtung in Wälzlagern gelagert.

[0003] Es sind auch schon Antriebe bekannt, bei denen der Läufer relativ zum Stator in mindestens einer von der mindestens einen Verfahrriichtung verschiedenen Lagerrichtung mittels eines Magnetfeldes berührungslos gelagert ist. Am bekanntesten ist der Einsatz dieser Technik bei Magnetschwebbahnen (Transrapid).

[0004] Auch bei Produktionsmaschinen werden ähnliche Positionierantriebe bereits eingesetzt. Bei diesen Antrieben erfolgt eine Positionierung des Läufers in der Lagerrichtung durch Führungsschienen, also nicht berührungslos. Diese Führung wird im Stand der Technik für erforderlich gehalten, um die nötige Positioniergenauigkeit und Steifigkeit des Positionierantriebs zu gewährleisten. Der eigentliche Vorteil, nämlich die Berührungsfreiheit von Stator bzw. von mit dem Stator verbundenen Elementen auf der einen Seite und Läufer bzw. mit dem Läufer verbundenen Elementen auf der anderen Seite wird dadurch aber nicht erreicht.

Aufgabenstellung

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Maschine der eingangs genannten Art derart auszugestalten, dass die Positioniergenauigkeit und die Steifigkeit des Positionierantriebs auch

in der mindestens einen Lagerrichtung erhalten bleibt, obwohl der Positionierantrieb völlig berührungslos ausgebildet ist.

[0006] Die Aufgabe wird dadurch gelöst,

- dass dem Positionierantrieb eine Sensoreinrichtung zugeordnet ist, mittels derer berührungslos eine Verlagerung des Läufers relativ zum Stator in der mindestens einen Lagerrichtung erfassbar ist,
- dass dem Positionierantrieb eine Regeleinrichtung zugeordnet ist, der die von der Sensoreinrichtung erfasste Verlagerung des Läufers relativ zum Stator in der mindestens einen Lagerrichtung zuführbar ist,
- dass von der Regeleinrichtung anhand der Verlagerung des Läufers relativ zum Stator in der mindestens einen Lagerrichtung und einer Sollverlagerung des Läufers relativ zum Stator in der mindestens einen Lagerrichtung ein Stellsignal für ein Positioniermagnetsystem ermittelbar und an das Positioniermagnetsystem ausgegeben ist,
- dass die Lagerung des Läufers relativ zum Stator in der mindestens einen Lagerrichtung mittels des Positioniermagnetsystems berührungslos nachführbar ist.

[0007] Der Läufer kann ein Linearläufer sein. In diesem Fall ist die mindestens eine Verfahrriichtung eine Linearrichtung.

[0008] Alternativ ist es möglich, dass der Läufer ein Rotor ist. Die mindestens eine Verfahrriichtung ist in diesem Fall eine Drehrichtung.

[0009] Es ist sogar möglich, dass der Positionierantrieb als kombinierter Dreh-Hub-Antrieb ausgebildet ist, dessen Läufer sowohl um eine Achse drehbar als auch entlang der Achse verschiebbar ist. In diesem Fall weist der Positionierantrieb zwei Verfahrriichtungen auf, von denen je eine eine Linearrichtung und eine Drehrichtung ist.

[0010] Unabhängig von der Art der Verfahrriichtung kann die mindestens eine Lagerrichtung eine Linearrichtung oder eine Drehrichtung sein. Bei Ausgestaltung des Läufers als Linearläufer kann die Drehrichtung dabei alternativ eine Drehrichtung im engeren Sinne als auch eine Drehrichtung im weiteren Sinne sein. Eine Drehrichtung im engeren Sinne ist in diesem Fall eine Drehung um die durch die Verfahrriichtung bestimmte Achse, eine Drehrichtung im weiteren Sinne eine Verkipfung der Orientierung des Läufers relativ zur Verfahrriichtung.

[0011] In der Regel weist der Positionierantrieb sogar mindestens zwei Lagerrichtungen auf, von denen je mindestens eine eine Linearrichtung und eine Drehrichtung ist. Denn meist korrespondiert jeder der sechs prinzipiell möglichen Freiheitsgrade des Läufers (drei translatorische Freiheitsgrade + drei rotato-

rische Freiheitsgrade) entweder mit der Verfahrrichtung bzw. einer der Verfahrrichtungen oder mit einer Lagerrichtung.

Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

[0013] [Fig. 1](#) einen Prinzipaufbau einer Produktionsmaschine,

[0014] [Fig. 2](#) einen Prinzipaufbau eines Linearantriebs und

[0015] [Fig. 3](#) einen Prinzipaufbau eines Spindelantriebs.

[0016] [Fig. 1](#) zeigt ein einfaches Beispiel eine Produktionsmaschine, nämlich eine Werkzeugmaschine in Form einer – rein beispielhaften – Bohrmaschine.

[0017] Gemäß [Fig. 1](#) weist die Werkzeugmaschine einen Grundkörper **1** auf. Der Grundkörper **1** trägt eine Hauptsäule **2**. An der Hauptsäule **2** ist ein Schwenkarm **3** gelagert. Der Schwenkarm **3** ist mittels eines ersten elektrischen Positionierantriebs **4** um eine Schwenkachse **5** schwenkbar. Der erste Positionierantrieb **4** ist somit ein Drehantrieb. Der Schwenkarm **3** trägt an seinem radial außen angeordneten Ende eine Bohrspindel **6**, die mit einem Rotationsantrieb **7** versehen ist. Auf Grund der Schwenkbarkeit des Schwenkarms **3** ist somit die Bohrspindel **6** entlang eines Kreises **K** verfahrbar, dessen Radius **r** dem Abstand der Bohrspindel **6** von der Schwenkachse **5** entspricht.

[0018] Mittels der Bohrspindel **6** sind in ein Werkstück **8** Bohrlöcher einbringbar. Das Einbringen der Bohrlöcher geschieht dabei durch Absenken der Bohrspindel **6**. Das Absenken der Bohrspindel **6** kann dabei alternativ durch den ersten Positionierantrieb **4** oder einen anderen, der Übersichtlichkeit halber in [Fig. 1](#) nicht dargestellten Antrieb bewirkt werden. Wenn das Absenken der Bohrspindel **6** durch den ersten Positionierantrieb **4** erfolgt, ist der Positionierantrieb **4** als kombinierter Dreh-Hub-Antrieb ausgebildet.

[0019] Das zu bearbeitende Werkstück **8** ist auf einem Werkzeuggestisch **9** befestigt. Der Werkzeuggestisch **9** ist mittels eines zweiten elektrischen Positionierantriebs **10** linear entlang des Grundkörpers **1** verfahrbar.

[0020] [Fig. 2](#) zeigt nun detaillierter den Aufbau des zweiten Positionierantriebs **10**.

[0021] Gemäß [Fig. 2](#) weist der zweite Positionierantrieb **10** einen Stator **11** und einen Läufer **12** auf. Der Läufer **12** ist ein Linearläufer, der relativ zum Stator **11** in einer linearen Verfahrrichtung **x** bewegbar ist. Der Stator **11** ist mit dem Grundkörper **1** starr verbunden, z. B. in den Grundkörper **1** integriert. Der Läufer **12** ist mit dem Werkzeuggestisch **9** starr verbunden, z. B. in den Werkzeuggestisch **9** integriert. Der zweite Positionierantrieb **10** ist somit ein Linearantrieb, mittels dessen der Werkzeuggestisch **9** relativ zum Grundkörper **1** entlang der linearen Verfahrrichtung **x** verfahrbar ist.

[0022] Quer zur Verfahrrichtung **x** des zweiten Positionierantriebs **10**, also in Lagerrichtungen **y** und **z**, ist der Läufer **12** relativ zum Stator **11** mittels eines Magnetfeldes berührungslos gelagert. Das Magnetfeld wird dabei mittels starker Elektromagnete **13** generiert, die sowohl die berührungslose Lagerung des Läufers **12** als auch dessen Antrieb bewirken.

[0023] Auf Grund der berührungslosen Lagerung des Läufers **12** relativ zum Stator **11** kann es geschehen, dass der Läufer **12** sich relativ zum Stator **11** nicht nur in der Verfahrrichtung **x**, sondern auch in den Lagerrichtungen **y**, **z** verlagert. Dabei sind nicht nur rein lineare Verlagerungen in den Lagerrichtungen **y** und **z** möglich, sondern auch eine Verdrehung des Werkzeuggestisches **9** um eine oder mehrere der Richtungen **x**, **y**, **z**, also in Drehrichtungen α , β oder γ .

[0024] Zum Erfassen derartiger Verlagerungen ist eine Sensoreinrichtung **14** vorhanden. Die Sensoreinrichtung **14** weist z. B. eine Vielzahl einzelner Sensoren **15** und eine Auswerteeinrichtung **16** auf. Jeder Sensor **15** erfasst berührungslos einen Abstand des Werkzeuggestisches **9** vom Grundkörper **1** bzw. des Läufers **12** vom Stator **11**. Das Erfassen des Abstandes kann beispielsweise durch eine Ultraschall-Laufzeitmessung oder induktiv erfolgen. Auch andere Arten der Abstandserfassung sind denkbar.

[0025] Die Sensoren **15** sind gemäß [Fig. 2](#) z. B. in der Lagerrichtung **y** beidseits und in der Lagerrichtung **z** unterhalb des Läufers **12** angeordnet. Sie sind in der Verfahrrichtung **x** vorzugsweise derart voneinander beabstandet, dass mit ihnen nicht nur die Position des Läufers **12** in Verfahrrichtung **x** und die mittlere Verschiebung des Läufers **12** in den Lagerrichtungen **y** und **z** ermittelbar ist. Vielmehr sind die Sensoren **15** in der Verfahrrichtung **x** vorzugsweise derart voneinander beabstandet, dass mit ihnen auch eine Verkippung β , γ des Läufers **12** um die **y**-Achse und die **z**-Achse sowie eine Verdrehung α des Läufers **12** um die **x**-Achse erfassbar ist.

[0026] Bei vollständiger Auswertung der von den Sensoren **15** gelieferten Signale ermittelt die Auswerteeinrichtung **16** also nicht nur lineare Verlagerungen des Läufers **12** in den Lagerrichtungen **y** und **z**, son-

dem auch eine Verdrehung des Läufers **12** um die Verfahrrichtung x und die Lagerrichtungen y , z . Bei relativ geringen Genauigkeitsanforderungen kann es im Einzelfall aber auch ausreichend sein, wenn alternativ nur die linearen Verschiebungen in den Lagerrichtungen y und z oder nur die Verdrehung α und die Verkippungen β , γ ermittelt werden.

[0027] Die erfassten bzw. ermittelten Verlagerungen des Läufers **12** werden gemäß [Fig. 2](#) einer Regeleinrichtung **17** zugeführt, die ebenfalls dem zweiten Positionierantrieb **10** zugeordnet ist. Die Regeleinrichtung **17** vergleicht die ihm zugeführten Verlagerungen mit einer korrespondierenden Solllagerung des Läufers **12**. Die Solllagerung kann dabei alternativ konstant sein, von der Position des Läufers **12** in der Verfahrrichtung x abhängen, von der Positionierung anderer Elemente der Werkzeugmaschine abhängen oder der Regeleinrichtung **17** von außen zugeführt werden. Auch eine kombinierte Abhängigkeit sowohl von der Position des Läufers **12** in der Verfahrrichtung x als auch von der Position anderer Elemente der Werkzeugmaschine ist denkbar.

[0028] Auf Grund des Vergleichs ermittelt die Regeleinrichtung **17** ein Stellsignal für ein Positioniermagnetsystem **18**, das ebenfalls dem zweiten Positionierantrieb **10** zugeordnet ist. Das Positioniermagnetsystem **18** weist vorzugsweise eine Vielzahl von Elektromagneten **19** auf, wobei jeder Elektromagnet **19** individuell ansteuerbar ist. Vorzugsweise ist dabei jedem Sensor **15** genau ein Elektromagnet **19** zugeordnet.

[0029] Die Regeleinrichtung **17** gibt das von ihr ermittelte Stellsignal an das Positioniermagnetsystem **18** aus. Das Positioniermagnetsystem **18** führt daraufhin entsprechend dem vorgegebenen Stellsignal die Lagerung des Läufers **12** relativ zum Stator **11** in den Lagerrichtungen y , z , α , β , γ berührungslos nach.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt nun detaillierter den Aufbau des ersten Positionierantriebs **4**. Der Aufbau des ersten Positionierantriebs **4** entspricht vom Prinzip her dem Aufbau des zweiten Positionierantriebs **10**. Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, dass der Läufer **12** nicht ein Linearläufer, sondern ein Rotor ist. Dementsprechend ist auch die Verfahrrichtung γ des ersten Positionierantriebs **4** eine Drehrichtung γ , nämlich um die Schwenkachse **5**, nicht aber eine Linearrichtung x , y , z .

[0031] Auf Grund dieses Aufbaus des ersten elektrischen Positionierantriebs **4** ist es für das Erkennen von Verlagerungen des Läufers **12** in den Lagerrichtungen y und z sowie zum Erkennen von Verkippungen α , β des Läufers **12** um die Schwenkachse **5** ausreichend, an den beiden axial voneinander beabstandeten Enden des Läufers **12** jeweils dessen Verlagerung in den Lagerrichtungen y und z zu erfassen. Der Mittelwert dieser Messwerte ergibt dann die Linear-

verlagerung in den Lagerrichtungen y und z , die Differenz in Verbindung mit dem axialen Abstand der korrespondierenden Sensoren **15** die Verkippungen α und β .

[0032] Auch bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 3](#) kann es im Einzelfall ausreichend sein, nur die rein linearen Verlagerungen des Läufers **12** oder aber nur die reinen Verkippungen des Läufers **12** zu erfassen bzw. auszuwerten. Eine Erfassung und Auswertung sowohl von linearen Lagerrichtungen y , z als auch von Drehrichtungen α , β ist in aller Regel aber vorzuziehen.

[0033] Wie in [Fig. 1](#) angedeutet, ist es auch möglich, dass der erste Positionierantrieb **4** als kombinierter Dreh-Hub-Antrieb **4** ausgebildet ist. In diesem Fall ist der Läufer **12** sowohl um die Schwenkachse **5** drehbar als auch entlang der Schwenkachse **5**, also in z -Richtung, verschiebbar. Dementsprechend weist der erste Positionierantrieb **4** in diesem Fall zwei Verfahrrichtungen z , γ auf, wobei je eine dieser beiden Verfahrrichtungen z , γ eine Linearrichtung z und eine Drehrichtung γ ist.

[0034] Auch bei solchen Antrieben ist es möglich, Verlagerungen des Läufers **12** zu erfassen und durch Nachführen der Lagerung des Läufers **12** zu kompensieren. In diesem Fall müssen in Richtung z der Schwenkachse **5** bzw. allgemeiner der Achse des Dreh-Hub-Antriebs **4** gesehen eine Vielzahl von Sensorgruppen und Elektromagnetgruppen angeordnet sein. Jede Sensorgruppe ist dabei so aufgebaut wie obenstehend in Verbindung mit [Fig. 3](#) beschrieben. Auch die Elektromagnete **19** jeder Elektromagnetgruppe sind so angeordnet wie in [Fig. 3](#) dargestellt. Der axiale Abstand der Sensorgruppen und Elektromagnetgruppen sollte dabei vorzugsweise derart bemessen sein, dass die Position bzw. Verlagerung des Läufers **12** unabhängig von dessen Axiallage, hier also in z -Richtung, stets von mindestens zwei Sensorgruppen erfasst werden kann und mittels mindestens zwei Elektromagnetgruppen beeinflusst werden kann. Denn dann sind auch in diesem Fall sowohl Linearverlagerungen als auch Verkippungen des Läufers **12** jederzeit erfassbar und kompensierbar.

[0035] Mittels der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine ist somit eine hochgenaue Positionierung des Werkstücks **8** jederzeit möglich, obwohl die zugehörigen Positionierantriebe **4**, **10** als berührungslos arbeitende, magnetfeldgelagerte Antriebe **4**, **10** ausgebildet sind.

Patentansprüche

1. Maschine, insbesondere Produktionsmaschine, Werkzeugmaschine und/oder Roboter, mit mindestens einem elektrischen Positionierantrieb (**4**, **10**), – wobei der Positionierantrieb (**4**, **10**) einen Stator

(11) und einen relativ zum Stator (11) in mindestens einer Verfahrriichtung (x, z, γ) bewegbaren Läufer (12) aufweist und der Läufer (12) relativ zum Stator (11) in mindestens einer von der mindestens einen Verfahrriichtung (x, z, γ) verschiedenen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) mittels eines Magnetfeldes berührungslos gelagert ist,

– wobei dem Positionierantrieb (4, 10) eine Sensoreinrichtung (14) zugeordnet ist, mittels derer berührungslos eine Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) erfassbar ist,

– wobei dem Positionierantrieb (4, 10) eine Regeleinrichtung (17) zugeordnet ist, der die von der Sensoreinrichtung (14) erfasste Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) zuführbar ist,

– wobei von der Regeleinrichtung (17) anhand der Verlagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) und einer Sollagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) ein Stellsignal für ein Positioniermagnetsystem (18) ermittelbar und an das Positioniermagnetsystem (18) ausgebbar ist,

– wobei die Lagerung des Läufers (12) relativ zum Stator (11) in der mindestens einen Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) mittels des Positioniermagnetsystems (18) berührungslos nachführbar ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (12) ein Linearläufer (12) ist und die mindestens eine Verfahrriichtung (x) eine Linearriichtung (x) ist.

3. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (12) ein Rotor (12) ist und die mindestens eine Verfahrriichtung (γ) eine Drehriichtung (γ) ist.

4. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionierantrieb (4) als kombinierter Dreh-Hub-Antrieb (4) ausgebildet ist, dessen Läufer (12) sowohl um eine Achse (5) drehbar als auch entlang der Achse (5) verschiebbar ist, und dass der Positionierantrieb (4) zwei Verfahrriichtungen (z, γ) aufweist, von denen je eine eine Linearriichtung (z) und eine Drehriichtung (γ) ist.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) eine Linearriichtung (x, y, z) ist.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Lagerrichtung (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) eine Drehriichtung (α , β , γ) ist.

7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass der Positionierantrieb (4, 10) mindestens zwei Lagerrichtungen (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) aufweist und dass je mindestens eine der Lagerrichtungen (y, z, α , β , γ ; x, y, z, α , β) eine Linearriichtung (x, y, z) und eine Drehriichtung (α , β , γ) ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

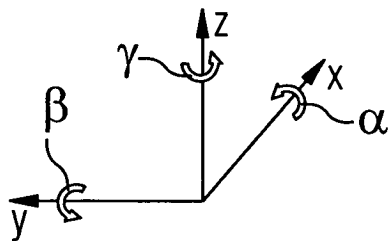
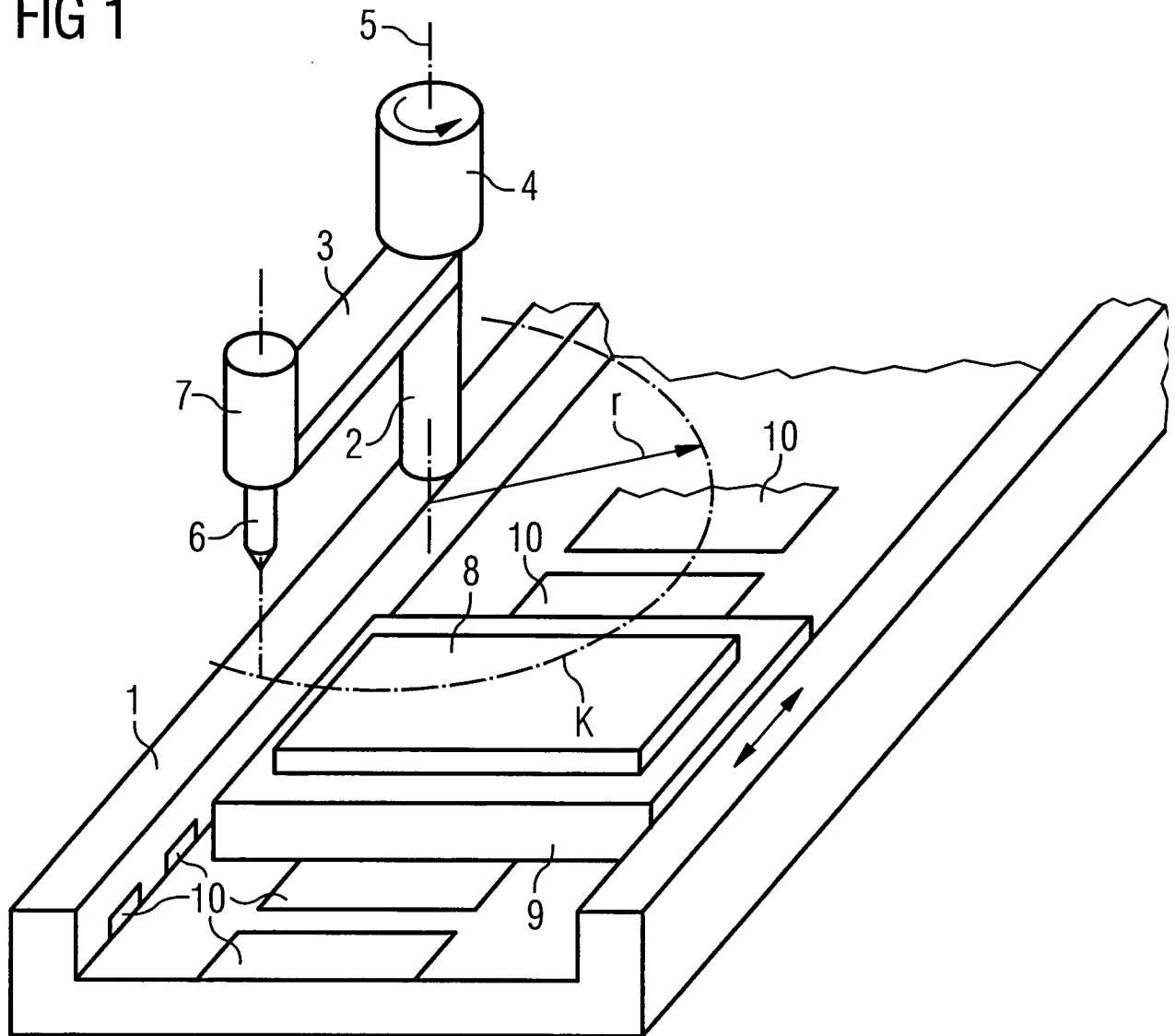


FIG 2

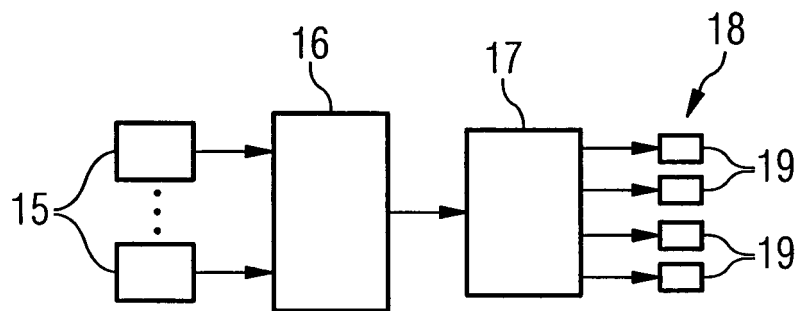
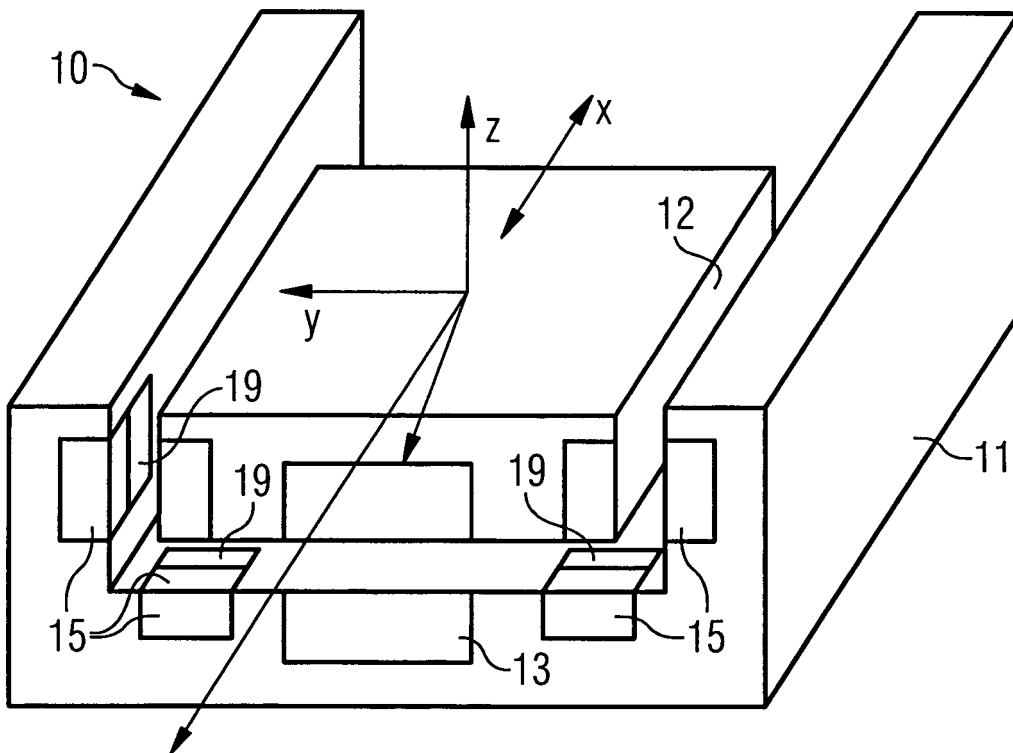


FIG 3

