

①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 666 429 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 23 G 1/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 358/85

②② Anmeldungsdatum: 25.01.1985

③③ Priorität(en): 27.01.1984 DE 3402743

②④ Patent erteilt: 29.07.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 29.07.1988

⑦③ Inhaber:
Index-Werke Kommanditgesellschaft Hahn &
Tessky, Esslingen (DE)

⑦② Erfinder:
Link, Helmut Friedrich, Aichwald 1 (DE)
Trautmann, Günther, Kirchheim-Nabern (DE)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Gewindeherstellung.

⑤⑦ Verfahren zur Herstellung von Gewinden sowie Werkzeugmaschine zum Gewindefräsen, wobei zur Vermeidung hoher Schnittgeschwindigkeiten sowie zur Erzeugung kurzer Späne ein Fräser verwendet wird, welcher mehrere, mindestens einen Gewindegang bildende Zähne aufweist, sich an der Eingriffsstelle gegenläufig zum Werkstück dreht, das letztere bei der Herstellung eines Aussengewindes mit erheblichem radialem Spiel umfasst oder bei der Herstellung eines Innengewindes vom Werkstück mit erheblichem radialem Spiel umfasst wird und wobei der Vorschub s des Fräasers folgende Bedingung erfüllt:

$$s = h \cdot (1 - i)$$

Hierin bedeuten h die Steigung des herzustellenden Gewindes und i das von 1 verschiedene Drehzahlverhältnis von Fräser und Werkstück.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung eines Gewindes an einem sich drehenden Werkstück mit Hilfe eines Fräasers, dessen Durchmesser sich vom Gewindedurchmesser unterscheidet und der an seinem Umfang mehrere Zähne aufweist, deren Profil demjenigen des herzustellenden Gewindes entsprechend gestaltet ist, wobei der Fräser längs des herzustellenden Gewindes vorgeschoben sowie gegenläufig zum Werkstück um eine Achse gedreht wird, welche zur Drehachse des Werkstücks ungefähr parallel verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass für die beiden Teile — Werkstück und Fräser — derart unterschiedliche Durchmesser gewählt werden, dass sich eines der beiden Teile mit grossem radialen Spiel in eine Öffnung des anderen Teils einfahren lässt, dass ein Fräser verwendet wird, dessen Zähne entlang mindestens eines Gewindegangs angeordnet sind, dessen Steigung mit derjenigen des herzustellenden Gewindes identisch ist, dessen Steigungsrichtung sich von derjenigen des herzustellenden Gewindes jedoch unterscheidet, und dass der Fräser pro Werkstückumdrehung um eine Strecke s vorgeschoben wird, welche die Bedingung

$$s = h \cdot (1 - i) \quad \text{mit} \quad i = \frac{n_F}{n_S} \neq 1$$

erfüllt, wobei h die Steigung des herzustellenden Gewindes, i das Drehzahlverhältnis von Fräser und Werkstück und n_F die Drehzahl des Fräasers sowie n_S die Werkstückdrehzahl bedeuten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drehzahlverhältnis i zwischen ca. 0,8 und 1,2 verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fräser verwendet wird, bei dem die radiale Höhe der Zähne entgegen der Fräserdrehrichtung zunimmt.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fräser um eine Achse gedreht wird, die mit der Achse des herzustellenden Gewindes einen Winkel bildet, der gleich der Summe der Steigungswinkel von Werkstückgewinde und Fräsergewindegang ist.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Werkstück und Fräserdrehung eine der Bedingungen gemäss der nachfolgenden Tabelle erfüllen:

		Rechtsgewinde (Fräsersteigung links)		Linksgewinde (Fräsersteigung rechts)	
		Aussengewinde	Innengewinde	Aussengewinde	Innengewinde
Drehrichtung (Werkstück und Fräser) Rechts	Fräservorschubrichtung von der Spindel zur Spindel	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$
		$n_F < n_S$	$n_F > n_S$	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$
Drehrichtung (Werkstück und Fräser) Links	Fräservorschubrichtung von der Spindel zur Spindel	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$
		$n_F > n_S$	$n_F < n_S$	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Gewinden unterschiedlichen Durchmessers, jedoch gleicher Steigung, an einem Werkstück der Fräser relativ zum Werkstück in radialer Richtung verschoben wird.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer antreibbaren, eine Werkstückspannvorrichtung aufweisenden Werkstückspindel und einer eine Fräterspannvorrichtung aufweisenden Werkzeugspindel, wobei Werkstück- und Werkzeugspindel ungefähr parallel zueinander verlaufen und in Richtung der Werkstückspindel mittels eines Vorschubantriebs relativ zueinander verschiebbar sind, sowie mit einem an seinem Umfang mehrere Zähne aufweisenden Fräser, dessen Durchmesser sich von demjenigen des herzustellenden Gewindes unter-

scheidet, dadurch gekennzeichnet, dass eines der beiden Teile — Werkstück (66) und Fräser (68) — eine Öffnung aufweist, deren Durchmesser wesentlich grösser als der Aussendurchmesser des anderen Teils ist, und dass die Fräserzähne (68a, 68b, 68c etc.) entlang mindestens eines Gewindegangs angeordnet sind, dessen Steigungsrichtung sich von derjenigen des herzustellenden Gewindes (102; 102') unterscheidet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale radiale Höhe der Fräserzähne (68a, 68b, 68c etc.) entgegen der Fräserdrehrichtung (A) zunimmt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale Höhe eines jeden Fräserzahns entgegen der Fräserdrehrichtung abnimmt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugspindelachse mit der Werkstückspin-

delachse einen Winkel (γ) bildet, der gleich der Summe der Steigungswinkel von Werkstückgewinde (α) und Fräsergewindegang (β) ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (68a, 68b, 68c etc.) des Fräasers (68) entlang mehrerer Gewindegänge angeordnet sind und vorzugsweise bis zu drei Gewindegänge bilden.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gewindes an einem sich drehenden Werkstück mit Hilfe eines Fräasers, dessen Durchmesser sich vom Gewindedurchmesser unterscheidet und der an seinem Umfang mehrere Zähne aufweist, deren Profil demjenigen des herzustellenden Gewindes entsprechend gestaltet ist, wobei der Fräser längs des herzustellenden Gewindes vorgeschoben sowie gegenläufig zum Werkstück um eine Achse gedreht wird, welche zur Drehachse des Werkstücks ungefähr parallel verläuft. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

Innengewinde mit hoher Rundlaufgenauigkeit wurden bisher auf Drehautomaten vorzugsweise durch eines der folgenden Verfahren hergestellt:

Gewindestrehlen:

Dabei wird mit einem Werkzeug gearbeitet, welches nur eine einzige zahnförmige, im Profil demjenigen des herzustellenden Gewindes angepasste Schneide aufweist und der Steigung des Gewindes entsprechend in Richtung der Werkstückspindelachse vorgeschoben wird. Die Herstellung des Gewindes erfolgt in mehreren Durchgängen, zwischen denen das Werkzeug in radialer Richtung zugestellt wird. Dieses Verfahren führt zwar zu einem Gewinde hoher Qualität, es ist jedoch zeitaufwendig, da mehr als die Hälfte der Arbeitszeit für das radiale und axiale Zurückziehen sowie für das radiale Zustellen des Werkzeugs benötigt wird. Ferner lassen sich keine zufriedenstellenden Werkzeugstandzeiten erreichen, da die ganze Zerspanungsarbeit von einer einzigen Werkzeugschneide geleistet werden muss. Schliesslich ergeben sich bei der Herstellung von Innengewinden an Werkstücken, die aus einem Werkstoff bestehen, der zur Bildung langer Späne neigt, besondere Probleme dadurch, dass die langen Späne dazu neigen, die Gewindebohrung zu verstopfen, was zum Bruch des Werkzeugs führen kann. Wird ein Gewindestrehler mit mehreren Zähnen verwendet, entfällt lediglich der Nachteil, dass die ganze Zerspanungsarbeit von einer einzigen Schneidkante geleistet werden muss.

Gewindewirbeln:

Hierbei handelt es sich um das Fräsen eines Innengewindes mit einem innerhalb der Gewindebohrung liegenden Gewindefräser. Für die Herstellung langer Gewinde wird ein scheibenförmiger, mit beliebiger Drehzahl antreibbarer Fräser benutzt und das Werkstück entsprechend der Steigung des herzustellenden Gewindes gedreht und am Fräser vorbeigeführt. Der Fräser dringt zwar sofort auf volle Gewindetiefe ein, er bildet jedoch kurze Späne und erreicht wegen der Bearbeitung des Werkstücks durch mehrere Zähne bessere Standzeiten.

Dieses Herstellungsverfahren bedingt jedoch eine ausserordentlich niedere Drehzahl des Werkstücks, was z. B. auf Mehrspindel-Drehautomaten nicht möglich ist, da bei letzteren in der Regel nur eine einzige, relativ hohe Arbeitsdrehzahl der Werkstückspindel zur Verfügung steht (und zwar auch nur in einer Drehrichtung).

Gewindefräsen:

Hierzu wird ein walzenförmiger Gewindefräser mit mehreren Längsrillen zur Erzeugung kurzer Späne verwendet, dessen Länge derjenigen des herzustellenden Gewindes entspricht. Er dringt sofort auf volle Gewindetiefe in das Werkstück ein, und eine axiale Verschiebung zwischen Werkstück und Fräser erfolgt nicht. Werkstück- und Fräserdrehzahl sind gleich gross, jedoch drehen sich beide entgegengesetzt, so dass das hergestellte Gewinde demjenigen des Fräasers entspricht, jedoch mit entgegengesetzter Steigungsrichtung. Für dieses Verfahren gilt hinsichtlich der Werkstückdrehzahl das zum Gewindewirbeln gesagte, wegen der Herstellung des Gewindes im Verlauf einer einzigen Werkstückumdrehung wird der Fräser stark beansprucht, und das hergestellte Gewinde zeigt eine facettenartige Oberflächenstruktur, die die Zähnezahl des Fräasers erkennen lässt.

Gewindestrehlfräsen:

Schliesslich beschreibt die DE-PS 26 23 161 einen Mehrspindel-Drehautomaten mit einer Gewindestrehleinrichtung, die zur Herstellung eines Innengewindes einen steigungslosen Fräser verwendet, mit dem das Gewinde, wie beim Strehlen üblich, in mehreren Durchgängen hergestellt wird, wobei der Vorschub des Werkzeugs je Werkstückumdrehung wiederum der Ganghöhe entspricht. Auch bei diesem Verfahren müssen die vorstehend im Zusammenhang mit dem Gewindestrehlen erläuterten Totzeiten in Kauf genommen werden. Ausserdem erfordert die bekannte Konstruktion einen hohen Aufwand, da die Fräserwelle, ihre Lagerung und ihre Antriebsteile die raschen Strehlbewegungen ausführen müssen, was sich angesichts der grossen bewegten Massen nur mit einer verhältnismässig niederen Strehlfrequenz durchführen lässt, so dass die Stückzeiten zusätzlich erhöht werden. Andererseits kann bei diesem bekannten Verfahren wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Gewindestrehlen mit der hohen Werkstückdrehzahl der Werkstückspindeln von Mehrspindel-Drehautomaten gearbeitet werden. Ausser den relativ langen Totzeiten besitzt dieses bekannte Verfahren jedoch noch den Nachteil, dass die Flanken der mit ihm hergestellten Gewinde eine starke Facettenstruktur aufweisen.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein Gewindestherstellungsverfahren zu schaffen, das sich auch für die Herstellung von Innengewinden hoher Rundlaufgenauigkeit auf Mehrspindel-Drehautomaten eignet und die Nachteile des hohen konstruktiven Aufwands und der grossen Totzeiten des Gewindestrehlens vermeidet.

Ausgehend von einem Verfahren der eingangs erwähnten Art lässt sich diese Aufgabe erfindungsgemäss dadurch lösen, dass für die beiden Teile — Werkstücke und Fräser — derart unterschiedliche Durchmesser gewählt werden, dass sich eines der beiden Teile mit verhältnismässig grossem radialem Spiel in eine Öffnung des anderen Teils einfahren lässt, dass ein Fräser verwendet wird, dessen Zähne entlang mindestens eines Gewindegangs angeordnet sind, dessen Steigung mit derjenigen des herzustellenden Gewindes identisch ist, dessen Steigungsrichtung sich von derjenigen des herzustellenden Gewindes jedoch unterscheidet, und dass der Fräser pro Werkstückumdrehung um eine Strecke s vorgeschoben wird, welche die Bedingung

$$s = h \cdot (1 - i) \quad \text{mit} \quad i = \frac{n_F}{n_S} \neq 1$$

erfüllt, wobei h die Steigung des herzustellenden Gewindes, i das Drehzahlverhältnis von Fräser und Werkstück und n_F die Drehzahl des Fräasers sowie n_S die Werkstückdrehzahl bedeuten.

Da bei dem erfindungsgemässen Verfahren nur die Bedingung erfüllt sein muss, dass die Drehzahl des Werkstücks nicht gleich der Fräserdrehzahl ist, kann bei den hohen Werkstückspindeldrehzahlen gearbeitet werden, wie sie beim Arbeiten auf einem Mehrspindel-Drehautomaten notwendigerweise verwendet werden müssen.

Bei der Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens lässt sich das Gewinde in einem einzigen Durchgang herstellen, d. h. der Fräser fährt nur ein einziges Mal über den Gewindebereich des Werkstücks und wird dann in radialer Richtung zurückgezogen, d. h. ausser Eingriff mit dem Werkstück gebracht, sowie anschliessend in axialer Richtung zurückgezogen. Zur Herstellung von Gewinden unterschiedlichen Durchmessers, jedoch gleicher Steigung, an einem Werkstück ist es ebenfalls nur erforderlich, den Fräser relativ zum Werkstück in radialer Richtung zu verschieben, während bei herkömmlichen Verfahren Gewindebohrer, Schneideisen oder dergleichen unterschiedlichen Durchmessers verwendet werden müssten.

Bei der Herstellung eines Innengewindes umfasst das Werkstück den in die Werkstückbohrung eintauchenden Fräser; das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich aber auch zur Herstellung von Aussengewinden, wobei dann ein ring- oder hülsenförmiger Fräser verwendet wird, der an seinem Innenumfang die Schneidzähne mit dazwischenliegenden Rillen oder Lücken aufweist und über das Werkstück gefahren wird, d. h. anders als beim herkömmlichen Gewindefräsen umfasst der Fräser das Werkstück.

Wie sich aus dem folgenden noch ergeben wird, müssen die Profile der Fräserzähne mit dem Profil des herzustellenden Gewindes nicht exakt identisch sein. Wenn vorstehend und im folgenden davon die Rede ist, dass sich der Fräser gegenläufig zum Werkstück dreht, so soll hierunter verstanden werden, dass sich Werkstück und Fräser an der Eingriffsstelle des letzteren entgegengesetzt aneinander vorbeidrehen. Da sich mit dem erfindungsgemässen Verfahren z. B. auch konische Gewinde herstellen lassen, muss die Vorschubrichtung des Fräsers nicht parallel zur Werkstückspindelachse verlaufen; aus dem folgenden wird sich noch ergeben, dass die Fräserachse auch gegenüber der von den Gewindekämmen definierten Fläche geneigt sein kann. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass, anders als beim Arbeiten mit einem Gewindebohrer bei der Herstellung eines Innengewindes oder mit einem Schneideisen bei der Herstellung eines Aussengewindes, bei dem erfindungsgemässen Verfahren Fräser und Werkstück nicht über den ganzen Werkzeugumfang in Eingriff miteinander stehen, wodurch die Drehmomentbelastung von Werkstück und Werkzeug verringert und deshalb eine Aufweitung des Werkstücks bzw. des Werkzeugs und die damit verbundenen Ungenauigkeiten vermieden werden.

Für die Praxis haben sich Werte für das Drehzahlverhältnis i bewährt, die zwischen ungefähr 0,8 und 1,2 liegen (wiederum unter Ausschluss des Werts 1,0).

Für das erfindungsgemässe Verfahren wird also ein Fräser verwendet, dessen Zähne ein Gewinde mit derselben Steigung wie diejenige des herzustellenden Gewindes definieren, wobei die Steigungsrichtung jedoch eine andere ist; für die Herstellung eines Rechtsgewindes hat der Fräser also eine Linkssteigung und umgekehrt. Wegen der unterschiedlichen Durchmesser von Werkstückgewinde und Fräsergewinde sind aber die Gewindesteigungswinkel trotz gleicher Gewindesteigungen unterschiedlich. Der verhältnismässig grosse Durchmesserunterschied zwischen Fräser- und herzustellendem Werkstückgewinde ist erforderlich, um das Werkzeug radial zurückzuziehen und vom Werkstück lösen zu können, dieser Unterschied bringt aber auch den Vorteil mit sich,

dass sich keine langen Späne bilden können und ein grösserer Raum für die Aufnahme der Späne vorhanden ist.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass auch die Herstellung eines Aussengewindes mit einem das Werkstück nicht umfassenden Fräser als unter die Erfindung fallend zu betrachten ist, wobei sich dann allerdings eine gewisse Facetten- oder Polygonstruktur des Gewindes nicht ganz vermeiden lässt, da sich das Werkzeug nicht so gut an das Werkstück anschmiegt, wie dies bei Verwendung eines ring- oder hülsenförmigen Fräsers der Fall ist.

Damit nicht schon der erste, mit einem Werkstückbereich in Eingriff kommende Zahn des Fräsers das Gewinde in seiner vollen Tiefe herausarbeiten muss, empfiehlt es sich, einen Fräser zu verwenden, bei dem die radiale Höhe der Zähne entgegen der Fräserdrehrichtung zunimmt, d. h. der mit dem jeweiligen Werkstückbereich zuerst in Eingriff kommende Fräserzahn hat eine geringere radiale Höhe als der Tiefe des herzustellenden Gewindes entspricht. Der nächste Fräserzahn ist etwas höher und so fort. Entsprechend könnte man mit der Breite der Fräserzähne verfahren.

Die Fräserachse könnte parallel zur Werkstückdrehachse verlaufen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der Fräser jedoch um eine Achse gedreht, die mit der Achse des herzustellenden Gewindes einen Winkel bildet, der gleich der Summe der Steigungswinkel von Werkstückgewinde und Fräsergewinde ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass sich die Fräserzähne exakt an die Flanken der Werkstückgewindegänge anschmiegen.

Während beim Gewindestrehlen hohe Vorschubgeschwindigkeiten des Werkzeugs schon deshalb notwendig sind, um die Stückzeiten nicht noch mehr zu erhöhen, kann nach dem erfindungsgemässen Verfahren mit verhältnismässig langsamen Vorschubgeschwindigkeiten gearbeitet werden. Da infolgedessen die Massenkräfte sehr viel kleiner als beim Gewindestrehlen sind, lassen sich vorgegebene Gewindelängen viel exakter einhalten, so dass es z. B. möglich ist, Gewinde bis unmittelbar an einen Bund oder einen Boden zu schneiden. Schliesslich lassen sich mit Hilfe eines Lineals, einer Kopier- oder einer NC-Steuerung radiale Bewegungen des Fräsers so steuern, dass konische Gewinde und/oder mehrere Gewinde unterschiedlichen Durchmessers in einem Durchlauf hergestellt werden können, was beim Gewindestrehlen oder -Strehlfräsen zum Teil nicht möglich ist.

Zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens eignet sich eine Vorrichtung mit einer antreibbaren, eine Werkstückspannvorrichtung aufweisenden Werkstückspindel, einer eine Fräserspannvorrichtung aufweisenden Werkzeugspindel, wobei Werkstück- und Werkzeugspindel ungefähr parallel zueinander verlaufen und in Richtung der Werkzeugspindel mittels mindestens eines Vorschubantriebs relativ zueinander verschiebbar sind, sowie mit einem an seinem Umfang mehrere Zähne aufweisenden Fräser, dessen Durchmesser sich von demjenigen des herzustellenden Gewindes unterscheidet, wobei eine solche Vorrichtung erfindungsgemäss derart ausgebildet ist, dass eines der beiden Teile — Werkstück und Fräser — eine Öffnung aufweist, deren Durchmesser wesentlich grösser als der Aussendurchmesser des anderen Teils ist, und dass die Fräserzähne entlang mindestens eines Gewindegangs angeordnet sind, dessen Steigung mit derjenigen des herzustellenden Gewindes identisch ist, dessen Steigungsrichtung sich von derjenigen des herzustellenden Gewindes jedoch unterscheidet. Dabei empfiehlt sich das Vorsehen eines Hinterschnitts an den Fräserzähnen, d. h. dass die radiale Höhe eines jeden Fräserzahns entgegen der Fräserdrehrichtung abnimmt.

In der folgenden Tabelle wurden die Fräserdrehzahl in Abhängigkeit von der Werkstückdrehzahl sowie die Vor-

schubrichtung des Fräasers relativ zum Werkstück für alle möglichen Gewinde angegeben, wobei die Angaben über die Drehrichtung von Werkstück und Fräser auf der DIN-Norm beruhen (danach ist die Drehrichtung eines von einer Spindel gehaltenen Gegenstands durch diejenige Drehrichtung definiert, die der Gegenstand aufweist, wenn man auf das frontseitige Spindelende sieht; nach dieser Definition drehen sich demnach Werkstück und Fräser gleichsinnig,

wenn sie sich bei einer Betrachtung quer zur Werkstück- und zur Fräerspindel gegensinnig drehen). Schliesslich bedeutet «Fräservorschubrichtung von der Spindel», dass sich der Fräser von der Werkstückspindel entfernt, während «zur Spindel» bedeutet, dass sich der Fräser der Werkstückspindel nähert. Weiter bedeuten in der folgenden Tabelle n_F die Fräserdrehzahl und n_S die Werkstückdrehzahl.

	Rechtsgewinde (Fräsersteigung links)		Linksgewinde (Fräsersteigung rechts)	
	Aussengewinde	Innengewinde	Aussengewinde	Innengewinde
Drehrichtung (Werkstück und Fräser) Rechts Fräservorschubrichtung von der Spindel zur Spindel	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$
Drehrichtung (Werkstück und Fräser) Links Fräservorschubrichtung von der Spindel zur Spindel	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$
	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$
	$n_F > n_S$	$n_F < n_S$	$n_F < n_S$	$n_F > n_S$

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und/oder aus der nachfolgenden Beschreibung sowie der beigefügten zeichnerischen Darstellung zweier bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung; in der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen axialen Vertikalschnitt durch den von der Erfindung betroffenen Bereich eines Mehrspindel-Drehautomaten;

Fig. 2 einen Horizontalschnitt nach der Linie 2—2 in Fig. 1 in grösserem Massstab;

Fig. 3 und 4 zwei Schnitte nach den Linien 3—3 und 4—4 in Fig. 2, jedoch jeweils um 90° gedreht;

Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie 5—5 in Fig. 2, wobei sich der Fräser jedoch im Eingriff mit dem Werkstück befindet;

Fig. 6 einen Schnitt nach der Linie 6—6 in Fig. 5 und

Fig. 7 und 8 den Fig. 5 und 6 entsprechende Darstellungen einer zweiten Ausführungsform zur Herstellung eines Aussengewindes.

Die Fig. 1 zeigt einen Teil eines Maschinengestells 10, in dem eine zentrale Antriebswelle 12 und eine um die Achse der letzteren drehbare Spindeltrommel 14 gelagert sind. Auf dem Maschinengestell 10 ist ein Antriebsmotor 16 montiert, welcher über einen Riementrieb 18 und ein durch den letzteren angetriebenes Zahnrad 20 ein auf der Antriebswelle 12 befestigtes Zahnrad 22 antreibt. In der Trommel 14 sind mehrere, mit Spannfuttern 24 ausgerüstete Werkstückspindeln 26 drehbar gelagert, deren jede ein mit ihr fest verbun-

40 denes Zahnrad 28 trägt, welches mit einem auf der Antriebswelle 12 befestigten Zahnrad 30 kämmt, so dass alle Werkstückspindeln stets gleichsinnig und mit gleicher Drehzahl angetrieben werden.

Auf dem in Fig. 1 gezeigten rechten Ende der zentralen 45 Antriebswelle 12 ist ein Abtriebszahnrad 34 befestigt, welches über ein Zwischenrad 35 ein Zahnrad 36 antreibt, das auf einer im Maschinengestell 10 drehbar, jedoch axial unverschiebbar gelagerten Werkzeugantriebswelle 38 befestigt ist. Ein weiteres, auf der Werkzeugantriebswelle 38 befestigtes 50 Zahnrad 40 kämmt mit einem Zwischenrad 42, welches ebenso wie ein ihm benachbartes und mit ihm fest verbundenes Zwischenrad 44 auf einer im Maschinengestell 10 drehbar, jedoch axial unverschiebbar gelagerten Steuerwelle 46 drehbar gelagert ist. Das Zwischenrad 44 kämmt mit einem 55 Zwischenrad 46, welches auf der Werkzeugantriebswelle 38 drehbar gelagert und mit einem benachbarten Zwischenrad 48 fest verbunden ist. Das letztere kämmt mit einem Antriebsrad 50 der mit ihm fest verbundenen Steuerwelle 46. Auf dieser ist eine Vorschub-Steuerkurve 52 befestigt, in die ein an einer Vorschubhülse 54 befestigter Abtaster 56 eingreift. Die Vorschubhülse ist im Maschinengestell 10 und auf der Werkzeugantriebswelle 38 — in Längsrichtung derselben — verschiebbar gelagert.

Auf einer zum Maschinengestell 10 gehörigen Führung 60 ist ein Schlitten 62 parallel zu den Achsen der Werkstückspindeln 26 verschiebbar geführt. Dieser trägt eine als Ganzes mit 64 bezeichnete Gewindefräseinrichtung, die an Hand der Fig. 2 und 4 näher erläutert werden soll. Die Fig. 1 zeigt

noch einen Fräser 68 dieser Gewindefräseinrichtung sowie ein Werkstück 66, in dem mit Hilfe dieses Fräasers ein Innengewinde erzeugt werden soll.

Wie die Fig. 2 erkennen lässt, ist das linke Ende der Werkzeugantriebswelle 38 als Vielkeilwellenabschnitt 38a ausgebildet. Die Achse 38b der Werkzeugantriebswelle fluchtet mit der Achse 26a derjenigen Werkstückspindel, die sich vor der Gewindefräseinrichtung 64 befindet. Den Fig. 3 und 4 kann entnommen werden, dass der Schlitten 62 schalenförmig ausgebildet ist; er trägt ein hinteres Gehäuse 70 sowie ein vorderes Gehäuse 72 der Gewindefräseinrichtung 64, zwischen denen sich eine als Ganzes mit 74 bezeichnete Gelenkwelle erstreckt. Diese umfasst zwei homokinetische Gleichlaufgelenke 76, über die und ein Zwischenstück 78 ein im hinteren Gehäuse 70 drehbar gelagerter Wellenkörper 80 mit einer im vorderen Gehäuse 72 untergebrachten Fräserwelle 82 in Antriebsverbindung steht. Der Vielkeilwellenabschnitt 38a erlaubt es zusammen mit einer entsprechenden Verzahnung im Innern des als Hohlkörper ausgebildeten Wellenkörpers 80, den letzteren anzutreiben und ihn dennoch in Längsrichtung der Werkzeugantriebswelle 38 zu verschieben.

In einer Bohrung 86 des vorderen Gehäuses 72, deren Achse zu der Achse 82a der Fräserwelle 82 parallel verläuft, mit der Achse 26a der vor dem Fräser 68 liegenden Werkstückspindel 26 einen Winkel γ bildet und die Achse 26a erfindungsgemäss in der Mitte des Fräasers 68 schneidet (sh. Fig. 2), ist eine Lagerhülse 88 drehbar gelagert. Sie besitzt eine zur schrägen Bohrung 86 exzentrische Bohrung 90, in der die Fräserwelle 82 drehbar gelagert ist, so dass sich die letztere durch Drehen der Lagerhülse 88 bezüglich der Achse der oberen Werkstückspindel 26 in radialer Richtung zustellen bzw. zurückziehen lässt. Die Art des Antriebs des Fräasers über eine Gelenkwelle sowie die einfache Art und Weise, wie die Fräserwelle schräg gelagert sowie in radialer Richtung zustellbar bzw. zurückziehbar gehalten wird, stellen besondere Merkmale der erfindungsgemässen Gewindefräseinrichtung dar. Dasselbe gilt für deren Verschiebung über einen sie tragenden Schlitten 62 und eine an der Gewindefräseinrichtung 64 angreifende Vorschubsteuerung.

Wie die Fig. 4 zeigt, dienen zwei im vorderen Gehäuse 72 untergebrachte Hydraulikzylinder 94 mit ihren Kolben 96 dazu, die Lagerhülse 88 zu verdrehen; diese weist zu diesem Zweck an ihrem rückwärtigen Ende einen Ausschnitt auf, der zur Bildung zweier Angriffsflächen 98 für die Kolben 96 führt.

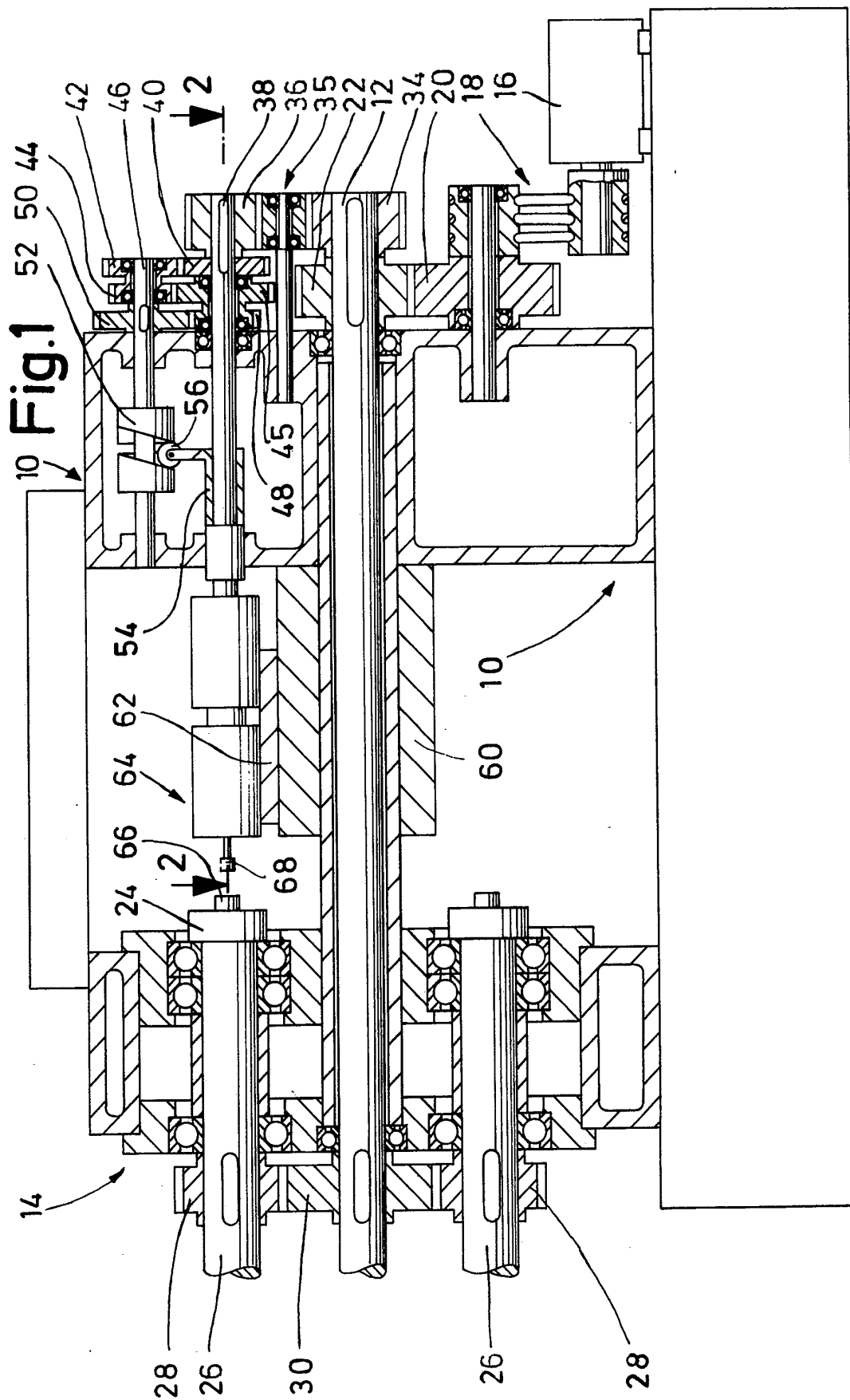
Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Fräserwelle 82 an ihrem vorderen Ende mit einer Spannvorrichtung 100 verse-

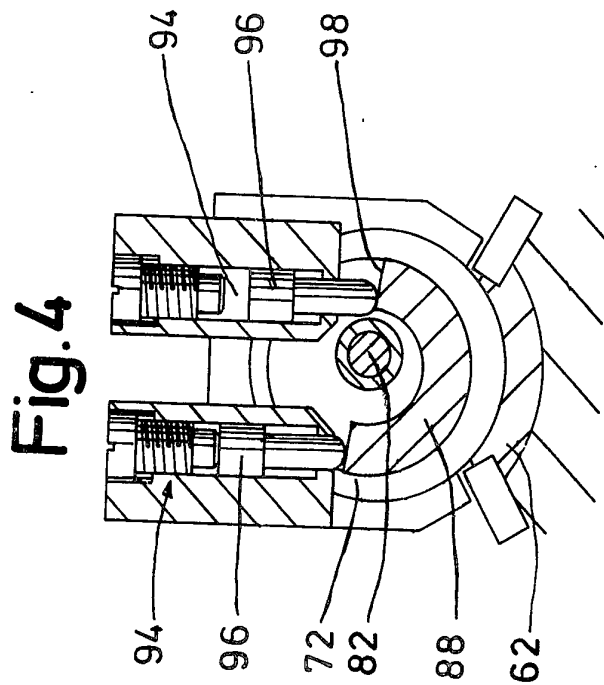
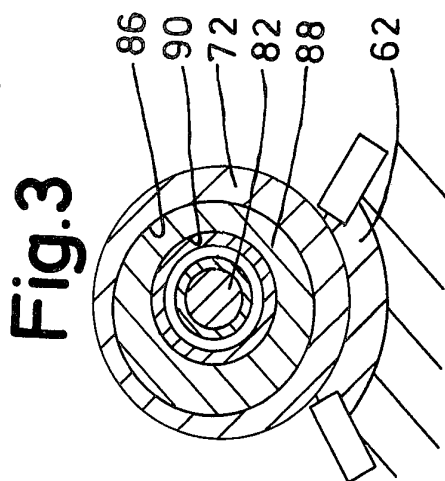
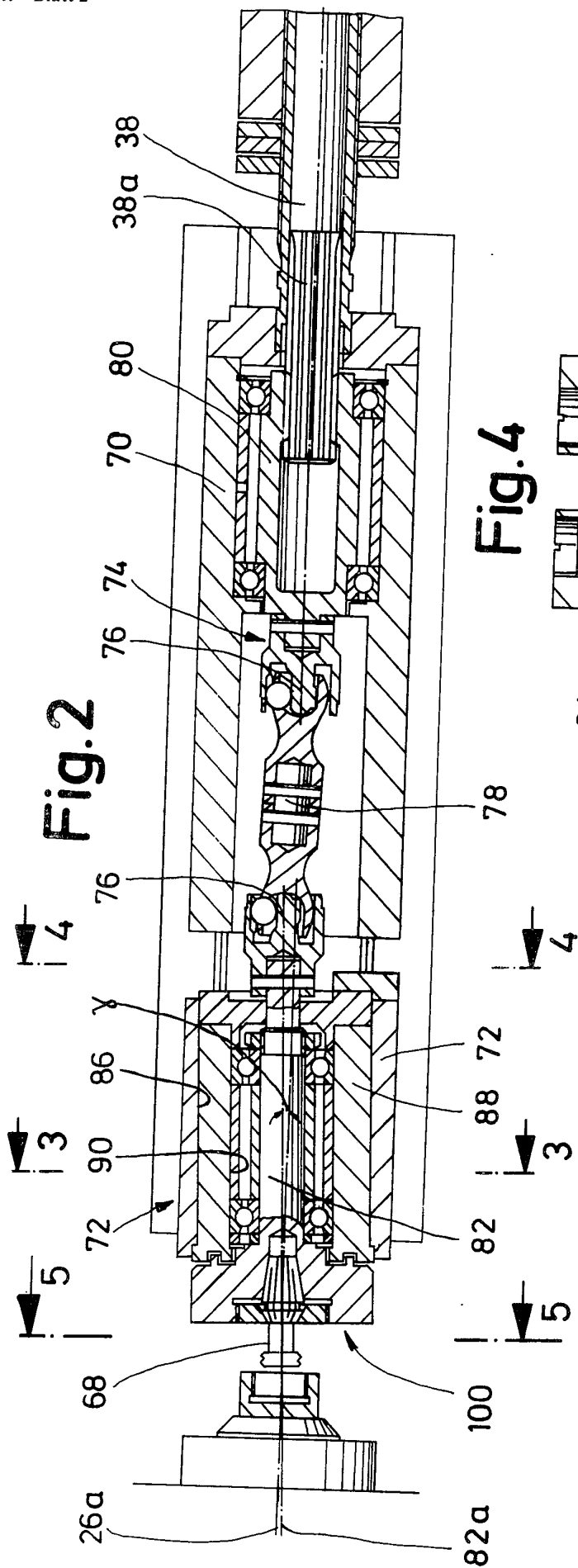
hen ist, um einen Fräser 68 auswechselbar an der Fräserwelle befestigen zu können.

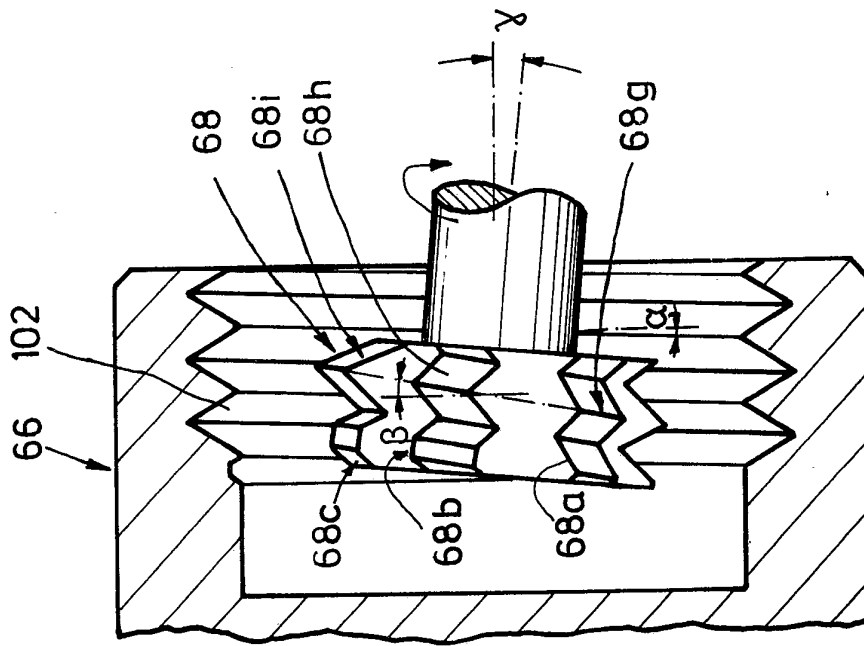
Die Fig. 5 und 6 zeigen das Werkstück 66 nach Fertigstellung eines Innengewindes 102, wobei jedoch der Fräser 68 so dargestellt wurde, dass er sich noch im Eingriff mit dem Werkstück befindet, d. h. sich an die Flanken des Innengewindes anschmiegt. In Fig. 5 wurden die Antriebsdrehrichtungen des Fräasers 68 und des Werkstücks 66 durch Pfeile A und B gekennzeichnet. Das Innengewinde 102 wurde als Rechtsgewinde mit einer Steigung h und einem Steigungswinkel α dargestellt, infolgedessen bilden nacheinander zum Eingriff mit dem Werkstück kommende Zähne 68a, 68b, 68c ... 68g, 68h, 68i ... des Fräasers 68 ein Linksgewinde gleicher Steigung h wie das Innengewinde 102. Wegen des kleineren Durchmessers des Fräasers 68 bilden die Fräserzähne jedoch ein Gewinde mit einem grösseren Steigungswinkel β , so dass die Neigung der Achse des Fräasers 68 gegenüber der Achse des Innengewindes 102 und damit gegenüber der Werkstückspindelachse 26a, d. h. der Winkel γ , den Wert $(\alpha + \beta)$ besitzt. Die Fig. 5 lässt den Hinterschnitt der Zähne des Fräasers 68 erkennen, die Fig. 6 den Umstand, dass die radiale Höhe des ersten, mit dem Werkstück in Eingriff kommenden Fräserzahns 68a geringer als diejenige des zweiten Fräserzahns 68b etc. ist, d. h. dass die radiale Höhe der nacheinander zum Eingriff kommenden Fräserzähne entgegen der Fräserdrehrichtung zunimmt, zumindest über die ersten zwei oder drei Fräser 68 schneller als das Werkstück 66, so ist die Vorschubrichtung des Fräasers nach links gerichtet. Im übrigen wird in diesem Zusammenhang auf die vorstehend wiedergegebene Tabelle verwiesen.

An Hand der Fig. 7 und 8 wird deutlich, wie sich mit Hilfe der Erfindung in analoger Weise an einem Werkstück 66' ein Aussengewinde 102' herstellen lässt. Zu diesem Zweck wird ein ring- oder hülsenförmiger Fräser 68' verwendet, dessen Zähne 68a' etc. wiederum ein Längsgewinde definieren, wenn es sich bei dem Aussengewinde 102' um ein Rechtsgewinde handelt, sowie einen Innendurchmesser D definieren, welcher wesentlich grösser als der Aussendurchmesser d des Aussengewindes 102' ist.

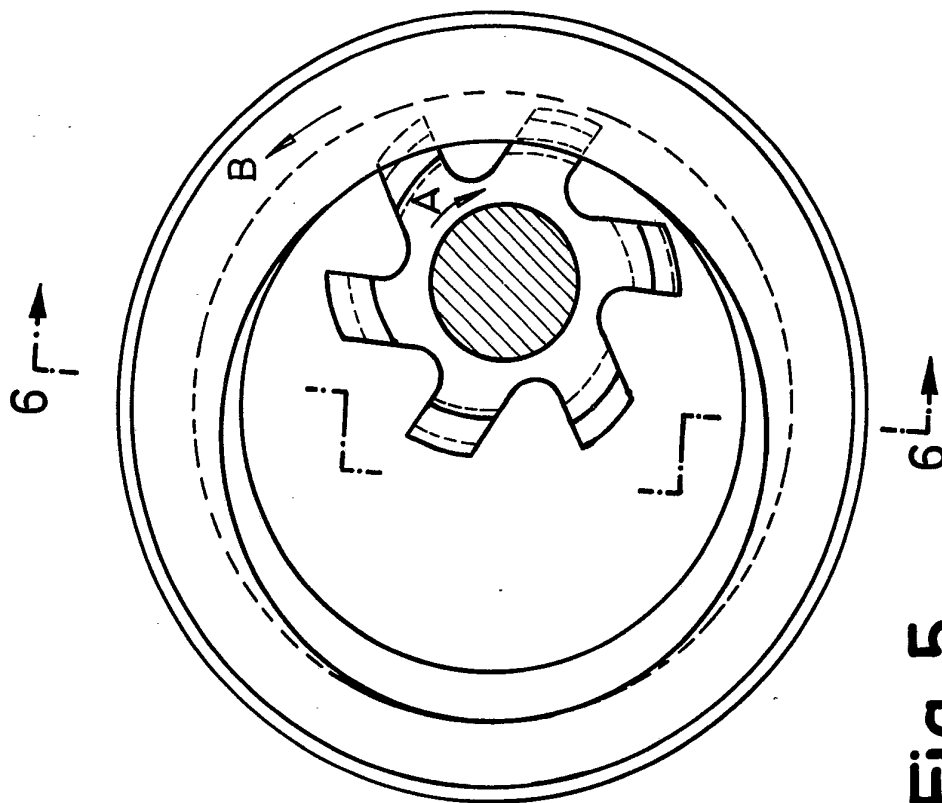
Durch entsprechende Gestaltung der Vorschub-Steuerkurve 52 für den Fräservorschub ist es auch möglich, z. B. an ein tiefer in einem Werkstück liegendes Innengewinde mit dem Fräser im Eilgang schnell heranzufahren. Ebenso können Gewindeunterbrechungen wie Nuten (sogenannte Einstiche) im Eilgang schnell überfahren werden, ohne dass der Fräser den Steigungsverlauf des herzustellenden Gewindes verlässt.







6. பிள்ளை



உதிர்த்

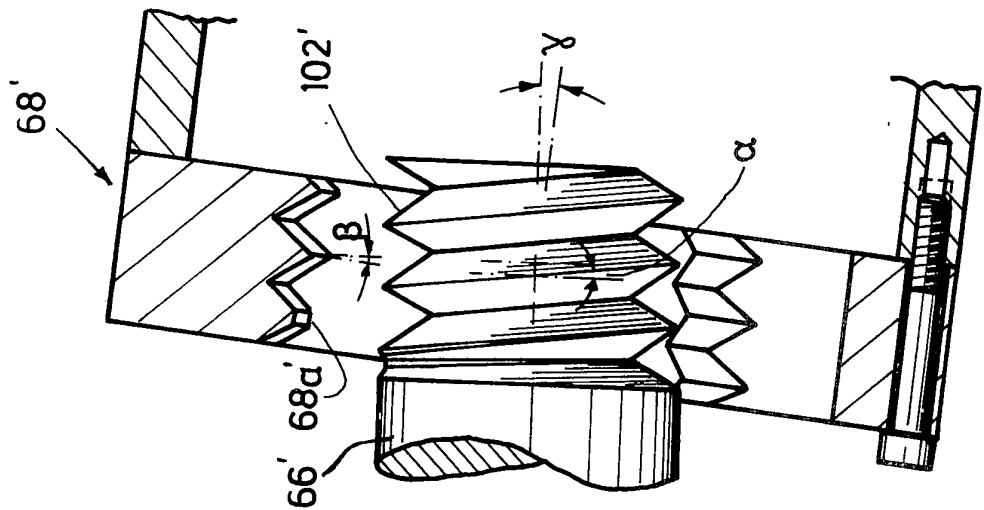


Fig. 8

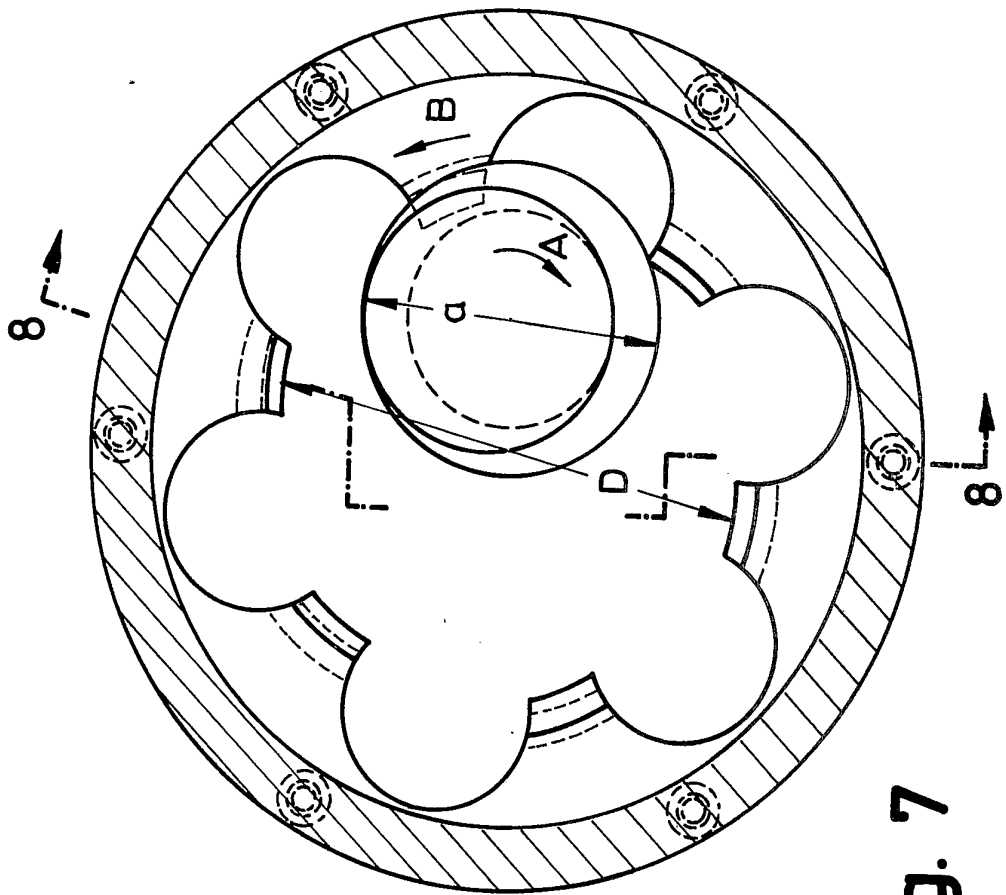


Fig. 7