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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 301 271 A2**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **88110632.2**

(51) Int. Cl.⁴: **B24B 53/075 , B24B 19/08**

(22) Anmeldetag: **04.07.88**

(30) Priorität: **29.07.87 DE 3725024**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **01.02.89 Patentblatt 89/05**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **ERNST WINTER & SOHN (GMBH & CO.)**
Osterstrasse 58
D-2000 Hamburg 20(DE)

(72) Erfinder: **Sawluk, Wlodzimierz Dr. Ing.**
Falkenried 82
D-2000 Hamburg 20(DE)

(74) Vertreter: **Minetti, Ralf, Dipl.-Ing.**
Ballindamm 15
D-2000 Hamburg 1(DE)

(54) Verfahren und Anordnung zum Schleifen von Werkstücken mit Profilen.

(57) Bekannte Verfahren zum Schleifen mit Profilen im Einstechverfahren auf Rundschleifmaschinen unter Verwendung einer mit der Schleifscheibe mechanisch gekoppelten Abrichtrolle haben den Nachteil, daß die dafür vorgesehenen Schleifmaschinen in der Einstech- bzw. Zustellrichtung zwei verschiedenartig angetriebene Supporte aufweisen. Von ihnen ist ein Support kinematisch über ein entsprechendes Getriebe mit dem zu schleifenden Werkstück gekoppelt und der zweite Support führt die erforderliche Zustellbewegung beim Schleifen durch. Um ein Schleifsystem auf Rundschleifmaschinen zum Schleifen von Profilen zu schaffen, bei dem ein Support beispielsweise zur Erzeugung von Polygonprofilen entfallen kann, ist neuerdings vorgesehen, daß die Schleifscheibe (1) und das Werkstück (5) durch ein Getriebe (12 - 17) kinematisch gekoppelt sind, mit dem die Drehzahlen von Werkstück (5) und Schleifscheibe (1) aufeinander abzustimmen ist.

Dabei können die Abrichtrolle (3) und das Werkstück (5) über die Schleifscheibe (1) angetrieben werden und es ist möglich, durch Änderung des Drehzahlverhältnisses zwischen der Schleifscheibe (1) und dem Werkstück (5) Profile unterschiedlicher Steigungen mit einer eingängigen Schleifscheibe (1) zu erzeugen.

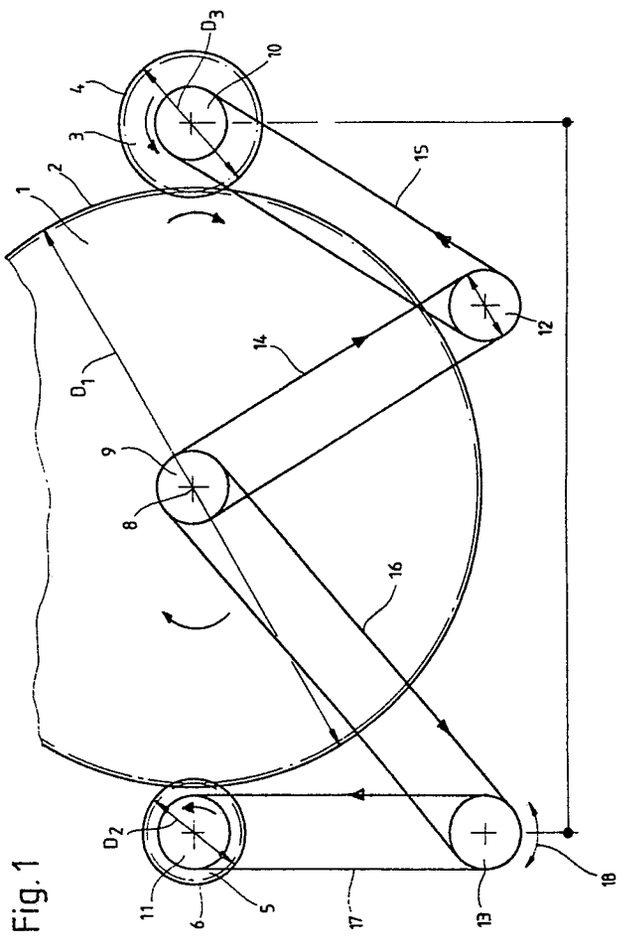

Fig. 1

EP 0 301 271 A2

Verfahren und Anordnung zum Schleifen von Werkstücken mit Profilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordung zum Schleifen vonunrunden Werkstücken mit Profilen im Einstechverfahren auf Rundschleifmaschinen unter Verwendung einer mit der Schleifscheibe kinematisch gekoppelten Abrichtrolle.

Bei bekannten Verfahren zum Erzeugen oder Fertigschleifen von Profilen an Werkstücken im Geradeinstechschleifverfahren haben die Profilform der Werkstücke und der dazu notwendigen Schleifscheibenumfläche ihren Verlauf in Achsrichtung der Schleifscheibe bzw. des Werkstückes. Die Profile von Schleifscheibe und Werkstück weisen in ihren jeweiligen Umfangsrichtungen keine Abweichungen von einer kreisrunden Pro filform auf, wobei jedoch die Profilabmessungen in jeweiligen Abschnitten solcher Werkstücke bzw. Schleifscheiben unterschiedliche Durchmesser haben können.

Nach der DE-PS 3029039 sind Schleifscheiben bekannt, die auf ihrer Umfangsfläche achsparallele Rillen mit einer Tiefe von 1 bis max. etwa 1.000 um tragen. Diese Rillen dienen dazu, unterschiedliche Rauhtiefen beispielsweise für ein Grobschleifen oder auch ein Feinschleifen ausnutzen zu können. Sie sind dafür in Winkelabständen von max. 1° angeordnet. Es handelt sich dabei um Mikrorillen, die unmittelbar nebeneinander liegendzwischensichschmale Stege bzw. Rillenränden bilden, die wirkungsmäßig mit Schneiden vergleichbar sind. Um diese Rillen zu erzeugen wird eine Abrichtrolle benutzt, mit der ein festes, mit der Anzahl der an der Schleifscheibe zu erzeugenden Rillen einerseits und der Anzahl der Schneiden der Abrichtrolle andererseits abhängiges Drehzahlverhältnis aufrecht erhalten wird. Dafür ist eine solche Abrichtrolle mit der Schleifscheibe durch ein mechanisches Getriebe formschlüssig gekoppelt.

Mit derartigen Schleifscheiben, deren Schleiffläche in der Praxis als zylindrische Umfangsfläche wirksam ist, lassen sich zwar auch Polygonprofile an Werkstückken schleifen. Ein Nachteil der dazu angewandten Schleifverfahren ist es jedoch, daß entsprechende Schleifmaschinen in der Einstech- bzw. Zustellrichtung zwei verschiedenartig angetriebene Supporte aufweisen müssen. Ein Support ist notwendig, um die entsprechenden Bewegungen senkrecht zu der Achse des Werkstückes vorwärts und rückwärts zur Erzeugung des notwendigen Profiles herbeizuführen. Die Bewegung dieses Supports ist kinematisch über ein entsprechendes Getriebe mit dem zu schleifenden Werkstück gekoppelt. Der zweite Support dient dafür, die erforderliche Zustellbewegung beim Schleifen durchzuführen, die sich bekanntlich im Werkstückkontakt nur in Hundertsteln von Millimetern bewegt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Schleifsystem auf Rundschleifmaschinen zum Schleifen von Profilen zu schaffen, bei dessen Anwendung ein Support zur Erzeugung der entsprechenden Profile, beispielsweise Polygonprofile, entfallen kann. Notwendig soll allein ein Support bleiben, nämlich derjenige, der die Zustellbewegung im Werkstückschleifscheibenkontakt im Bereich von Hundertsteln oder Tausendsteln von Millimetern ausführt.

Erfindungsgemäß wird ein derart vereinfachtes und erheblich schneller durchzuführendes Schleifverfahren dadurch geschaffen, daß Schleifscheibe und Werkstück über ein Getriebe kinematisch miteinander gekoppelt werden mit dem die erforderlichen Drehzahlen von Werkstück und Schleifscheibe zueinander in das notwendige Verhältnis zu bringen sind, wobei das Abrichten der Schleifscheibe und das Schleifen des Werkstückes unter Schrägstellung der Schleifscheibe zu der Abrichtrolle und dem Werkstück erfolgt.Dabei kann es sich um ein mechanisches Getriebe wie auch um eine elektrische Kopplunghandeln.

Zweckmäßig ist es , wenn die Schleifscheibe durch eine entsprechende kinematisch gekoppelte Diamantabrichtrolle fortlaufend oder stufenweise mit einem entsprechenden Profil versehen werden kann, das von der Schleifscheibe in kinematischer Kopplung auf das Werkstück zu übertragen ist.

Handelt es sich beispielsweise um das Schleifen einer Evolventenverzahnung, so haben sowohl die Diamantabrichtrolle als auch die Schleifscheibe ein beispielsweise evolventenförmiges Zahnprofil. Dieses Profil wird von der Schleifscheibe auf das Werkstück übertragen. Dabei kann die Verzahnung am Werkstück direkt in das Volle geschliffen werden, wenn es sich um sehr kleine Module handelt, oder es kann eine Verzahnung bei größeren Modulen lediglich nach dem Härten nachge schliffen werden, wie es in der Technik auch auf anderen Maschineneinrichtungen üblich ist.

Im Falle einer erfindungsgemäßen Verzahnung bilden Diamantabrichtrolle mit der Schleifscheibe und dem Werkstück zusammen eine Art von Getriebe, wobei die kinematische Kopplung bzw. der zwangsläufige Antrieb von Diamantabrichtrolle und Werkstück im verhältnis der vorgesehenen Zähnezahlen erfolgt.

Aber nicht nur solche Profile, unter die beispielsweise auch Kerbverzahnungen fallen, können gemäß der Erfindung auf eine neue und höchst wirtschaftliche Weise geschliffen werden, sondern auch Polygonprofile, die bisher zu ihrer Erzeugung einen zusätzlichen kinematisch mit dem Werkstück gekoppelten Support benötigten. In derartigen Fäl-

len wird der Schleifscheibe über eine entsprechend dem Werkstück geformte Diamantabrichtrolle die bisher völlig unübliche Form gegeben, bei welcher die Umfangsfläche extrem große sichtbare Durchmesserdifferenzen aufweist, die 0,5 bis 60 mm betragen können. Eine derartige Schleifscheibe erscheint im Querschnitt annähernd sternförmig, und weist unter regelmäßig wiederkehrenden Winkellagen Profile unterschiedlicher Amplituden auf.

Ein wesentliches Merkmal bzw. eine Ausgestaltung der Erfindung ist in einer Schrägstellung der Schleifscheibe aus einer gemeinsamen Ebene zwischen der Diamantabrichtrolle und dem Werkstück heraus zu sehen, und zwar beispielsweise um einen Winkel der Schrägstellung von 25° in Achsrichtung der Schleifscheibe. Eine solche Schrägstellung ist erforderlich, um bei den gegebenen Schnittgeschwindigkeiten einen Schleifeffekt zu erzeugen, wobei die Schleifrichtung eine Resultierende bildet aus der Umfangsgeschwindigkeitsrichtung V_s der Schleifscheibe und der resultierenden Geschwindigkeit V_r in Achsrichtung des Werkstückes.

Das erfindungsgemäße Verfahren des kinematisch gekoppelten Schleifens beschränkt sich im übrigen nicht nur auf die Bearbeitung von Profilen der vorbeschriebenen Art. Es können vielmehr durch Wahl des Drehzahlverhältnisses zwischen Schleifscheibe und Werkstück mit einer eingängig profilierten Schleifscheibe wie auch einer eingängigen Abrichtrolle mehrgängige Gewinde unterschiedlicher Steigung auf dem Werkstück hergestellt werden.

Haben Schleifscheibe und Werkstück bei einem eingängigen Gewinde der Schleifscheibe gleiche Drehzahlen, so entsteht auf dem Werkstück ein eingängiges Gewinde. Wird die Drehzahl des Werkstückes beispielsweise ver doppelt, so entsteht ein zweigängiges Gewinde und so fort. Es läßt sich also erkennen, daß es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäß gekoppelten kinematischen Schleifens gibt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf eine Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1: Eine Schleifscheibe mit mechanisch gekoppeltem Werkstück und mechanisch gekoppelter Abrichtrolle.

Figur 2: Eine Anordnung zum Profilschleifen auf einer bekannten Rundschleifmaschine.

Figur 3: Eine sternförmige Schleifscheibe mit einem Profilwerkstück.

Figur 4: Die Draufsicht auf eine zu einem Werkstück und einer Abrichtrolle schräg gestellten Schleifscheibe.

Figur 5: Die Darstellung von Geschwindigkeitvektoren.

Figur 6: Eine Profilschleifscheibe im Längsschnitt.

Die in der Zeichnung wiedergegebene Anordnung zum Schleifen eines Werkstückes 5 weist eine Schleifscheibe 1 mit einem Profil 2 auf, mit der eine Abrichtrolle 3 kinematisch gekoppelt ist, die ihrerseits ein Profil 4 trägt.

Schleifscheibe 1, Abrichtrolle 3 und Werkstück 5 weisen unterschiedliche Durchmesser D_1 bzw. D_3 und D_2 auf.

Zum Erzeugen eines Profiles 6 im Werkstück 5 durch Schleifen mittels der Schleifscheibe 1 mit ihrem Profil 2 sind die Umfangsgeschwindigkeiten zwischen dem Werkstück 5 und der Schleifscheibe 1 unterschiedlich. Sie lassen sich auswählen und verändern durch eine in diesem Beispiel mechanische Kopplung zwischen der über ihre Welle 8 angetriebenen Schleifscheibe 1 einerseits mit dem Werkstück 5 und andererseits mit der Abrichtrolle 3. Die Antriebswelle 8 der Schleifscheibe 1 ist dafür mit einer Rolle 9 versehen auf der zwei endlose Riemen 14 und 16 für den Antrieb der Abrichtrolle 3 und der Werkstückrolle 5 liegen. Der Antrieb des Werkstückes 5 erfolgt durch den Riemen 16 über die Umlenk rolle 13 und einen weiteren Riemen 17 über die Rolle 11 des Werkzeuges und der Antrieb der Abrichtrolle 3 über den Riemen 14 und die Umlenkrolle 12 sowie einen weiteren endlosen Riemen 15 und die Scheibe 10. Die Rollen 12 und 13 sind entsprechend dem Doppelpfeil 12 hin und her schwenkbar und so ausgebildet, daß die Drehrichtungen von der Eingangs- zur Ausgangsseite umgekehrt werden, so daß die Abrichtrolle 3 und das Werkstück 5 entsprechend den Pfeilen beide gegen den Uhrzeigersinn rotieren.

Das Schleifen eines Profiles an einem polygonförmigen Werkstück 5 im Geradeinstechschleifverfahren erfolgt normalerweise entsprechend Figur 2 unter Anwendung einer Schleifscheib mit kreisrunder Umfangsfläche auf einer Rundschleifmaschine mit zwei Supporten von denen der eine Support notwendig ist, um entsprechend dem Pfeil 21 die Schleifscheibe 1 senkrecht zu der Achse des Werkstückes 5 vorwärts und rückwärts zwecks Erzeugung des notwendigen Profiles zu bewegen. Die Bewegung dieses Supports entsprechend Doppelpfeil 21 ist kinematisch über ein entsprechendes Getriebe mit dem zu schleifenden Werkstück 5 gekoppelt. Der bei bekannten Rundschleifmaschinen vorhandene zweite Support dient dazu, die erforderliche Zustellbewegung beim Schleifen entsprechend dem Pfeil 20 herbeizuführen, die sich im Kontakt mit dem Werkstück nur um Hundertstel von Mil limetern bewegt.

Durch die mechanische bzw. kinematische Kopplung der Schleifscheibe 1 mit dem Werkstück 5 entsprechend der Figur 1 ist es möglich, entsprechend Figur 3 mit einer geeignet geformten

Schleifscheibe 1 unter Fortlassung des Supportes mit der hin- und hergehenden Bewegung entsprechend Pfeil 21 der Figur 2 nur unter fortlaufender Zustellung entsprechend Pfeil 20 ein polygonförmiges Werkstück 5 zu schleifen. Die Schleifscheibe 1 ist dafür etwa sternförmig ausgebildet. D.h., die Schleifscheibe 1 ist mit drei gleichförmig über dem Umfang verteilt angeordneten bogenförmigen Vertiefungen versehen, wobei die Durchmesserdifferenz t_2 bildet, d.h. die Differenz zwischen dem geringsten und dem größten Durchmesser der Schleifscheibe bezogen auf die Umfangsrichtung. Diese Differenz t_2, die vorstehend auch als Amplitude bezeichnet ist, entspricht der Differenz t_1 des Werkstückes, die sich ergibt aus dem größten und seinem geringsten Durchmesser im Querschnitt. Dadurch liegt eine fortlaufende Anlage vor zwischen dem Werkstück 5 einerseits und der Schleifscheibe 1 andererseits, wodurch das entsprechende Profil erzeugt wird.

Bei der Anordnung nach Figur 4 ist die Schleifscheibe 1 zum Ausüben des Verfahrens schräg gestellt zu der Ebene zwischen der Diamantabrichtrolle 3 und dem Werkstück 5, und zwar um einen Winkel in der Größe von 25°. Eine solche Schrägstellung ist erforderlich, um bei den gegebenen Schnittgeschwindigkeiten einen Schleifeffekt zu erzeugen, wobei V_s die Geschwindigkeit der Schleifscheibe bildet und V_r die Resultierende in Achsrichtung des Werkstückes, die den Schleifeffekt hervorruft, wie Figur 5 erkennen läßt.

Das neue Verfahren des kinematisch gekoppelten Schleifens beschränkt sich nicht nur auf vorbeschriebene Profile wie beispielsweise solche nach Figur 3. Es können vielmehr durch geeignete Wahl der Drehzahlverhältnisse zwischen Schleifscheibe und Werkstück mit einer eingängig profilierten Schleifscheibe und einer eingängigen Abrichtrolle mehrgängige Gewinde unterschiedlicher Steigung hergesstellt werden. Weisen Schleifscheibe und Werkstück bei einem eingängigen Gewinde der Schleifscheibe 1 gleiche Drehzahlen auf, so wird auf dem Werkstück 5 auch ein eingängiges Gewinde erzeugt. Wird hingegen die Drehzahl des Werkstückes 5 beispielsweise verdoppelt, so entsteht ein zweigängiges Gewinde.

Durch Umkehrung der Drehrichtung des Werkstückes kann auch noch die Steigung des Gewindes von beispielsweise linksgängig in rechtsgängig geändert werden. Dabei können auch Schleifscheiben von unterschiedlichster Profilgestaltung entsprechend beispielsweise Figur 6 zum Einsatz kommen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Schleifen von unrunden Werkstücken im Einstechverfahren auf Rundschleifmaschinen unter Verwendung einer mit der Schleifscheibe mechanisch gekoppelten Abrichtrolle, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifscheibe (1) und das Werkstück (5) durch ein Getriebe (12-17) kinematisch gekoppelt werden, mit dem die Drehzahlen vom Werkstück (5) und Schleifscheibe (1) aufeinander abzustimmen sind, wobei dasAbrichten der Schleifscheibe (1) und das Schleifen des Werkstückes (5) unter Schrägstellung der Schleifscheibe (1) zu der Abrichtrolle (3) und dem Werkstück (5) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Anwendung einer Schleifscheibe (1), die durch größere Durchmesserdifferenzen unter regelmäßig wie derkehrenden Winkellagen Profile unterschiedlicher Amplituden aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Durchmesserdifferenzen in Umfangsrichtung der Schleifscheibe (1) 0,5-60 mm betragen und die sich dabei ergebenden Profile regelmäßig wiederkehrend über den Umfang der Schleifscheibe (1) verteilt angeordnet sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einer durch eine entsprechende Steigung auf der Abrichtrolle erzeugte Schhleifscheibenprofilsteigung durch Änderung des Drehzahlverhältnisses zwischen der Schleifscheibe (1) und dem Werkstück (5) Profile unterschiedlicher Steigungen wie mehrgängige Gewindeprofile mit einer eingängigen Schleifscheibe (1) erzeugt werden.

5. Anordnung zum Schleifen von unrunden Werkstücken im Einstechverfahren auf Rundschleifmaschinen mit einer Schleifscheibe und einer mit dieser kinematisch gekoppelten Abrichtrolle, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleifscheibe (1) und das Werkstück (5) durch ein Getriebe kinematisch gekoppelt sind, und die Schleifscheibe (1) schräggestellt ist zu der Abrichtrolle (3) und dem Werkstück (5).

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abrichtrolle (3) und das mit der Schleifscheibe mechanisch gekoppelte Werkstück (5) achsparallel angeordnet sind.

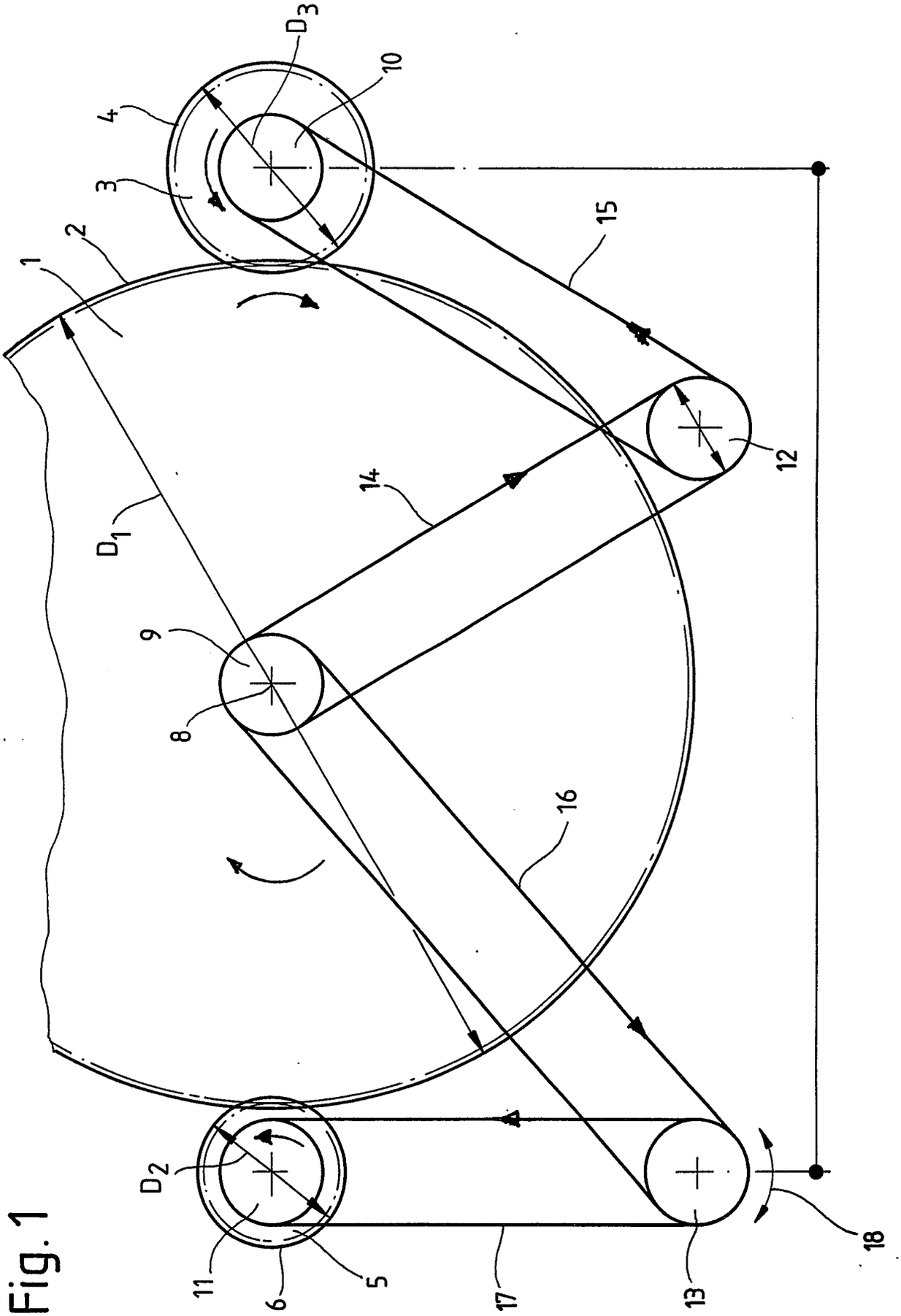

Fig. 1

Fig. 2

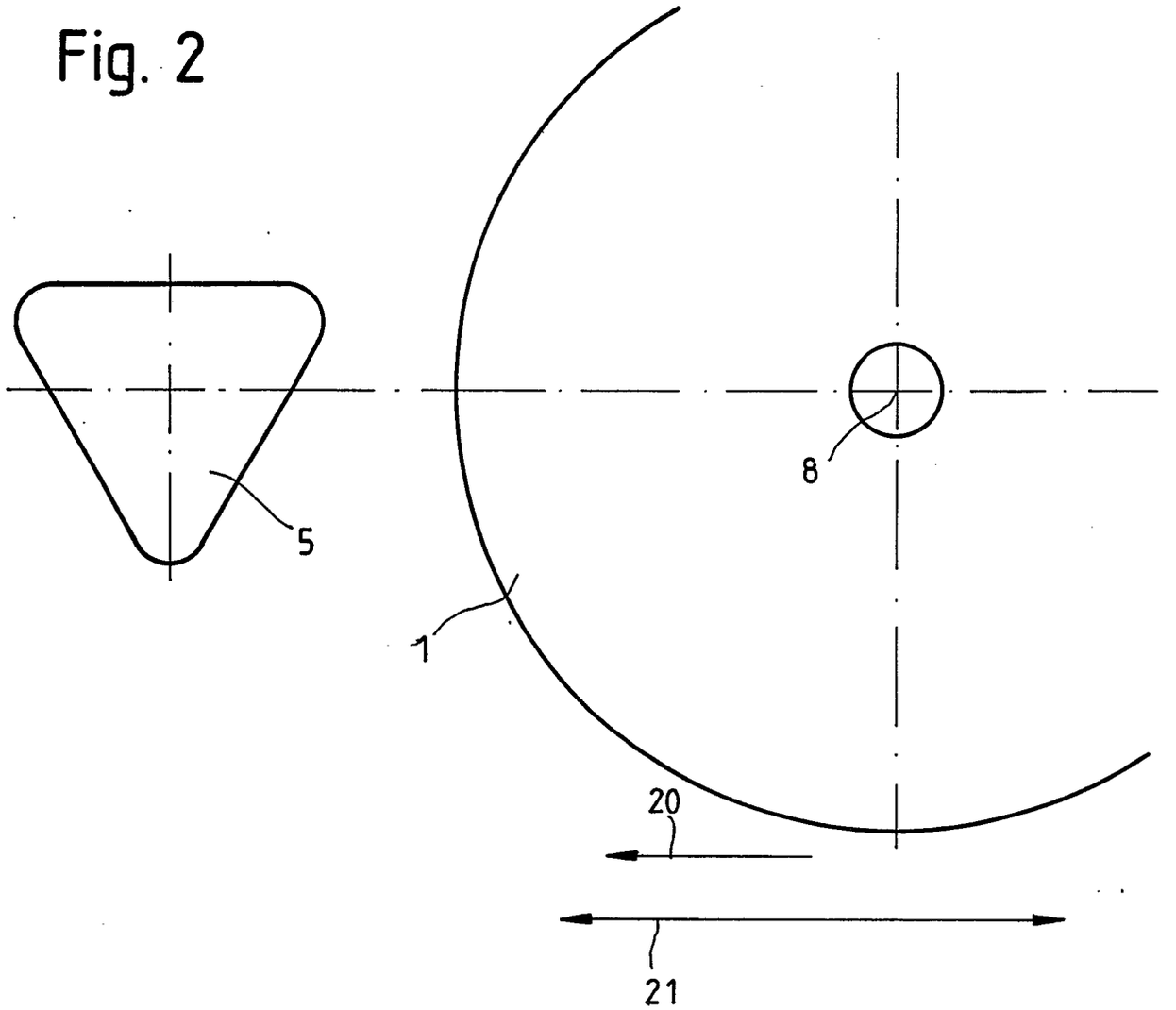

Fig. 3

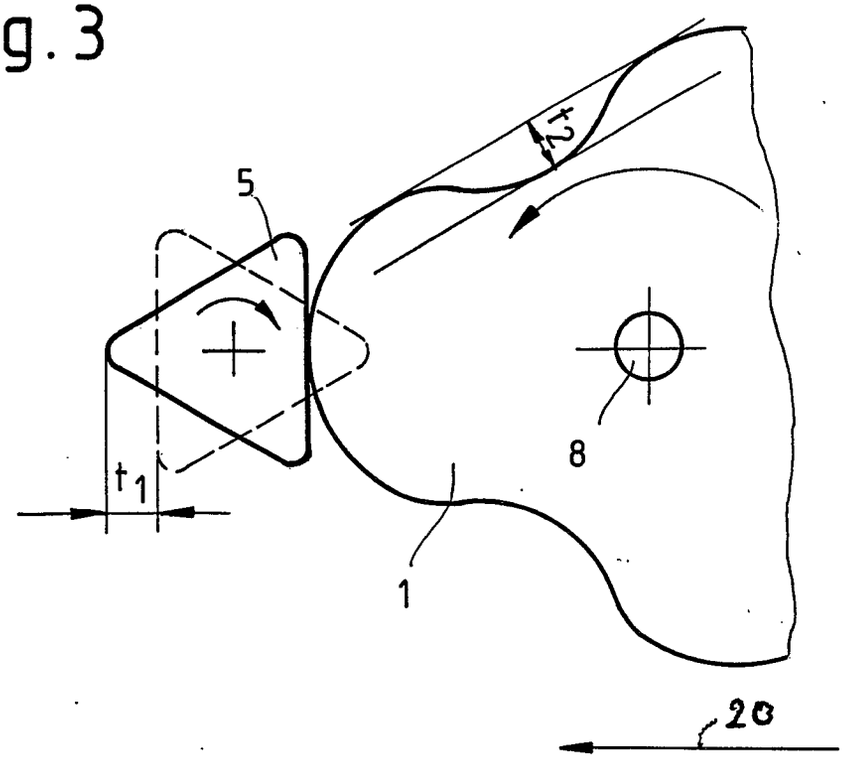

Fig. 4

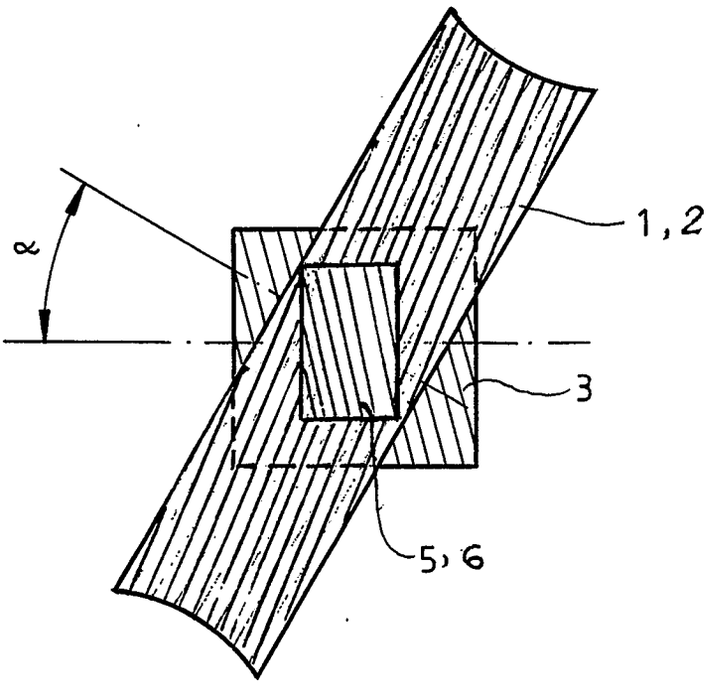

Fig. 5

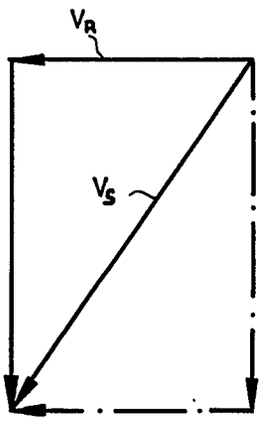
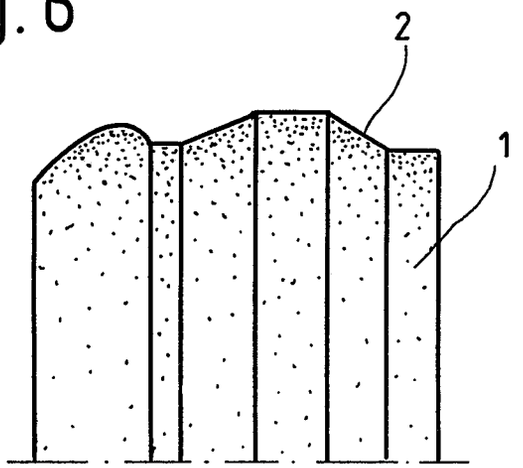
Fig. 6