

Kalibrierung für die Walzen von Walzgerüsten mit drei oder mehr Walzen

Die Erfindung betrifft eine Kalibrierung für die Walzen von Walzgerüsten zum Walzen von Vollquerschnitten, z. B. Stabstahl oder Draht.

Für Walzwerke mit Dreiwalzenkalibern ist es bekannt, zunächst in einer Flachkaliberreihe Sechskantquerschnitte mit in abwechselnder Reihenfolge drei kurzen und drei langen Seiten zu walzen, bevor sich Maßwalzenkaliber anschließen. Die wesentlichen Stichabnahmen finden in der Flachkaliberreihe statt, und zwar unter Breitung an den kurzen Seiten der Sechskantquerschnitte, die den Teilungsebenen der Walzen bzw. den Walzspalten lagemäßig zugeordnet sind (DE-PS 10 73 990 und DE-OS 20 35 482).

Es sind auch Walzwerke mit vier Walzen bekannt (DE-AS 24 62 279), um Vierkantknüppel in Achtkantquerschnitte umzuformen, die in gleicher Weise wie Rundquerschnitte als Ausgangsmaterial für das Vorwalzen in einem Schrägwalzwerk mit Planetenantrieb verwendbar sind. Da die Vierkantknüppel über ihre vier Ecken durch stumpfwinklig keil- bzw. dreieckförmige Kalibereinschnitte mit 135° Flächenneigung streckreduziert werden und dort exakte Achtkantecken geformt werden, ist dies an den vier sich diagonal gegenüberliegenden Stellen im Bereich der Walzspalte nicht der Fall. Da die hergestellten Achtkantknüppel jedoch nur ein zur Weiterverarbeitung dienendes Zwischenprodukt darstellen, ist die Abweichung der Profilform von einem exakten Achtkantquerschnitt bedeutungslos. Der Schwerpunkt dieser Entwicklung beruht auf dem Grundprinzip des Schrägwalzwerkes an sich, das eine gleichmäßige Streckung des Walzgutes, d. h. ohne Breitung und mit allen dazugehörigen Vorteilen, erlaubt.

Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, daß die dem Walzgut beim Walzen aufgezwungene Dicken- oder Höhenabnahme normalerweise einhergeht mit einer Längenzunahme und einer Breitenzunahme, und daß die Breitenzunahme eigentlich eine Verlustverformung ist, nicht nur weil nur ein Teil der Höhenabnahme in Verlängerung umgesetzt wird, sondern darüber hinaus die Breitung zu einer größeren Höhenabnahme in den folgenden Stichen und damit letztlich zu einer größeren Stichzahl bzw. Anzahl von Walzgerüsten führt.

Für das Vorwalzen ist das breitungsfreie Walzen durch das bekannte Schrägwalzverfahren gelöst, d. h. für einen Querschnitt, der selbst noch in weiteren Walzgerüsten mit einer bestimmten Kaliberreihe fertiggewalzt werden muß. Der Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, eine Kalibrierung anzugeben, mit der dem Walzgut wesentliche Höhenabnahmen ohne nennenswerte Breitenzunahme aufgezwungen werden können, um die

Vorteile des einstichigen Schrägwalzverfahrens bei einer mehrstichigen Verformung und Profilierung von Walzgut zu realisieren.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht aus den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1. Sie beruht auf der Erkenntnis, daß die Geometrie des neuartigen Kleeblatt-Kalibers im Bereich seiner Einbuchtungen auf dem weitaus größten Umfang des jeweiligen Einlaufquerschnittes zu einer wesentlichen Höhenabnahme mit entsprechender Längenzunahme führt, die sich den zwischen den Einbuchtungen liegenden vergleichsweise kleineren Umfangszonen mitteilt, in denen keine oder keine nennenswerte Breitung noch Höhenabnahme stattfinden. Da ein Kleeblatt mindestens drei Blätter hat, ist das Kleeblatt-Kaliber gemäß der Erfindung an die bekannte Bauart von Walzgerüsten mit mindestens drei Walzen gebunden, denn die Anzahl der "Blätter" bzw. Ausbuchtungen des Kleeblatt-Kalibers bestimmt die Anzahl der Walzen, die in der Kaliberreihe abwechselnd um einen halben Teilungswinkel gegeneinander versetzt sind, wobei die den Ausbuchtungen zugeordneten Arbeitsflächen symmetrisch zu den Teilungsebenen bzw. Walzspalten verlaufen. Da im Bereich der Ausbuchtungen keine oder keine nennenswerte Breitung stattfindet, können sich im Bereich der Teilungsebenen oder Walzspalte auch keine Grate ausformen, die in einem Maßwalzenkaliber ausgebügelt werden müßten. Indem die Arbeitsflächen, die den Teilungsebenen zugeordnet sind, in einer Entfernung von der Kalibermitte verlaufen sollen, die gleich oder etwas größer ist als die ihnen zugeordnete Umfangsfläche des Einlaufquerschnittes bzw. des Vorkalibers (Kleeblatt oder Rund), wird dem Umstand Rechnung getragen, daß im breitungsfreien bzw. breitungssarmen Bereich der Ausbuchtungen eines Kleeblatt-Kalibers eine Drückverformung nicht notwendig ist, da unter Einwirkung der benachbarten Einbuchtungen ohnehin eine Längenzunahme mit "durchgezogen" wird.

Im Ergebnis führt die Kalibrierung gemäß der Erfindung dazu, daß die Gefahr der Kantenrissigkeit ausgeschlossen ist, weil keine nennenswerte Breitung stattfindet. Die Auflagerkräfte in den Lagern werden beim Walzen mit gleicher Verlängerung kleiner, da das Abwalzen von Breitenzunahmen entfällt. Aus dem gleichen Grund des Wegfalls von Verlustverformungen wird der Energiebedarf geringer und letztlich auch die Stichzahl bzw. die Anzahl der erforderlichen Walzgerüste.

Vorzuziehen ist ein Kleeblatt-Kaliber mit vier Ausbuchtungen und damit eine Verformung des Walzgutes mit vier Walzen in zwei Ebenen. Da eine Längenzunahme in etwa gleichmäßig über den ge-

samten Querschnitt erfolgt, ist diese Art der Verformung besonders für hochlegierte Edelstähle vorteilhaft geeignet, z. B. für solche Qualitäten, die wegen der Gefahr von Kantenrissigkeit oder verbleibender Eigenspannungen im Querschnitt bisher nicht walzbar waren.

Wenn die geometrischen Regeln des Patentanspruches 3 eingehalten werden, werden die der Höhenabnahme zugeordneten Einbuchtungen des Kleeblatt-Kalibers gegenüber den Zonen der brei-
10 tungsarmen Ausbuchtungen relativ groß, so daß umso mehr sichergestellt ist, daß in diesen Zonen eine Längenzunahme quasi durch Mitziehen der nicht unter direktem Druck befindlichen Querschnittsteile stattfindet.

Das Verhältnis zwischen dem Krümmungsradius der Einbuchtungen und demjenigen der Ausbuchtungen eines Kleeblatt-Kalibers sollte für vier Walzenkaliber mindestens 1,4 : 1 betragen.

Da die erfindungsgemäße Kalibrierung insbesondere auf die Herstellung von runden Vollquerschnitten gerichtet ist, empfiehlt es sich, außer dem oder den Maßwalz-Rundkalibern am Ende der Kaliberreihe weitere Rundkaliber auch innerhalb der Kaliberreihe an den Stellen vorzusehen, an denen Rundquerschnitte mit handelsüblichen Durchmessern als Fertigquerschnitt walzbar sind. Es können dann beliebige Fertigquerschnitte unter Stilllegung nachfolgender Walzgerüste abgezogen werden, da aus jedem Kleeblattquerschnitt Rundmaterial walzbar ist. Die Rundquerschnitte können auch als Ausgangsquerschnitte für Profilquerschnitte benutzt werden, z. B. Vierkant, Winkel u. s. w..

Für besonders enge Toleranzen des Walzgutes ist es empfehlenswert, daß zwei Rundkaliber als Maßwalzkaliber aufeinander folgen.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele einer Kalibrierung gemäß der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen

Fig. 1 ein Vierwalzengerüst als bevorzugtes Ausführungsbeispiel für die Anwendung von Kleeblatt-Kalibern,

Fig. 2 ein Kleeblatt-Kaliber in vergrößertem Maßstab im Anschluß an einen runden Einlaufquerschnitt,

Fig. 3 ein Kleeblatt-Kaliber im Anschluß an einen kleeblattförmigen Einlaufquerschnitt,

Fig. 4 ein Rundkaliber im Anschluß an einen kleeblattförmigen Einlaufquerschnitt, und

Fig. 5 ein Dreiwalzenkaliber in Kleeblattform im Anschluß an einen runden Einlaufquerschnitt.

Das an sich bekannte Vierwalzengerüst 1 gemäß Fig. 1 besteht aus einem kassettenartigen Ständer 2 mit einem Horizontalwalzenpaar 3 und einem Vertikalwalzenpaar 4, wobei alle Walzen in einer gemeinsamen Vertikalebene angeordnet sind. Dabei sind nur die Horizontalwalzen 3¹ und 3² des

Horizontalwalzenpaares 3 angetrieben, wogegen die Vertikalwalzen 4¹ und 4² des Vertikalwalzenpaares 4 als Schleppwalzen arbeiten.

Sämtliche Walzen 3¹, 3² und 4¹, 4² haben - wie aus Fig. 2 deutlicher hervorgeht - voll ausgezogene Kalibereinschnitte, die ein Kleeblatt-Kaliber 5 mit vier Ausbuchtungen 5a ergeben, die den Teilungsebenen E der Walzen zugeordnet sind. In den Ausführungsbeispielen nach Fig. 2 bis Fig. 5 sind die Walzen mit ihren kaliberfreien Kegelflächen 6 nicht anstellbar gegeneinander gefahren, was ein Vorspannen der Walzen erlaubt. Im Rahmen der Erfindung ist dies jedoch nicht zwingend erforderlich, denn - wie Fig. 1 zeigt - können zwischen den Walzenpaaren 3 und 4 auch Walzspalte 7 vorhanden sein.

Die den Ausbuchtungen 5a eines Kleeblatt-Kalibers 5 zugeordneten Begrenzungsflächen 8 sind stets den Teilungsebenen E bzw. den Walzspalten 7 lagemäßig zugeordnet und verlaufen symmetrisch zu diesen Teilungsebenen bzw. Walzspalten. Die Begrenzungsflächen 8 der Ausbuchtungen 5a sind mit einem Krümmungsradius 9 gleichmäßig gekrümmt, der kleiner ist als die Entfernung 10 der Begrenzungsflächen 8 von der Kalibermitte M. Einen vergleichsweise größeren Krümmungsradius 11 haben die Arbeitsflächen 12 der zwischen den Ausbuchtungen 5a liegenden Einbuchtungen 5b des Kleeblatt-Kalibers 5, die sich damit über einen größeren Bogenwinkel α erstrecken als die Summe der benachbarten Anteile der Begrenzungsflächen 8 der Ausbuchtungen 5a einer jeden Walze. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist das Verhältnis zwischen dem Krümmungsradius 11 und dem Krümmungsradius 9 etwa 1,4 : 1.

Die Lage des Krümmungsmittelpunktes 13 für den Krümmungsradius 11 der Arbeitsflächen 12 der Einbuchtungen 5b eines jeden Kleeblatt-Kalibers 5 bestimmen die Höhenabnahme 14 gegenüber dem gestrichelt angedeuteten runden Einlaufquerschnitt 15, der ein Anstichquerschnitt sein kann. Die Abmessungen des Kleeblatt-Kalibers 5 sind so gewählt, daß die Begrenzungsflächen 8 der Ausbuchtungen 5a in einer Entfernung 10 von der Kalibermitte M verlaufen, die gleich oder - wie Fig. 2 zeigt - etwas größer ist als die ihnen zugeordnete Umfangszone 15a des Einlaufquerschnittes 15 bzw. des Vorkalibers.

Für die benachbarten Walzen 3² und 4¹ sind in Fig. 2 die dem Bogenwinkel α und der Höhenabnahme 14 zugeordneten Umfangszonen des Einlaufquerschnittes 15 schraffiert dargestellt, die einer kräftigen Drückverformung mit entsprechender Längenzunahme unterliegen. Wie durch Versuche festgestellt wurde, finden in den Umfangszonen 15a des Einlaufprofils 15 im Bereich der Ausbuchtungen 5a des Kleeblatt-Kalibers 5 keine nennenswerten Breitenzunahmen statt, da das Kaliber 5 im

Bereich der Begrenzungsflächen 8 der Ausbuchtungen 5a unterfüllt bleibt, d. h. daß hier auch keine Höhenabnahme stattfindet. Dieses Phänomen ist nur so zu erklären, daß die Längenzunahmen, die den schraffierten Bereichen der Drückverformung auf dem größten der Summe der vier Bogenwinkel α der Einbuchtungen 5b entsprechen, die benachbarten Bereiche der Ausbuchtungen 5a mitziehen, d. h. auch hier zu einer Längenzunahme führen. Daher wird der Einlaufquerschnitt 15 nahezu breitungsfrei unter wesentlicher Drückverformung reduziert.

Zurückkommend auf das Verhältnis zwischen den Krümmungsradien 11 und 9 ist zu bemerken, daß eine Vergrößerung des Krümmungsradius 11 für die Arbeitsflächen 12 der Einbuchtungen 5a bei gleicher Höhenabnahme 14 zu einer Vergrößerung des Bogenwinkels α führt, unter dem sich die Arbeitsflächen 12 erstrecken, und zwar auf Kosten der den Ausbuchtungen 5a zugeordneten Umfangszonen 15a des Einlaufquerschnittes 15.

Eine Vergrößerung des Verhältnisses zwischen dem Krümmungsradius 11 und dem Krümmungsradius 9 führt somit zu einer Verbreiterung der schraffiert dargestellten drückverformten Zonen mit primärer Längenzunahme, die dann umso mehr auf die schmalere Bereiche der Ausbuchtungen 5a ausstrahlt.

In Fig. 3 ist die Aufeinanderfolge von zwei Kleeblatt-Kalibern für ebenfalls vier aufeinandergehende Walzenpaare 16 und 17 dargestellt. Auch hierbei laufen die Begrenzungsflächen 19 im Bereich der Ausbuchtungen 18a des eingeschnittenen Kleeblatt-Kalibers 18 symmetrisch zu den Teilungsebenen E der Walzenpaare 16, 17 und in größerer Entfernung von der Kalibermitte M als die zugeordneten Umfangszonen 20a des kleeblattförmigen, gestrichelt dargestellten Einlaufquerschnittes 20. Da auch die Arbeitsflächen 21 im Bereich der Ausbuchtungen des Einlaufquerschnittes 20 im vorgeordneten Walzgerüst symmetrisch zu dessen Teilungsebenen E¹ verlaufen, sind die Walzenpaare 16, 17 nach Fig. 3 gegenüber den Walzenpaaren des nicht dargestellten Vorgerüstes um den halben Teilungswinkel β versetzt.

Die Aufeinanderfolge von Kleeblatt-Kalibern 20, 18 nach Fig. 3 zeigt deutlich, wie groß die drückverformten, schraffierten Zonen in der Summe werden können, deren partielle Längenzunahmen auf die Bereiche der Kaliber-Ausbuchtungen 18 ausstrahlt.

Fig. 4 zeigt eine Kaliberfolge "Kleeblatt-Rund", wobei der gestrichelt dargestellte kleeblattförmige Einlaufquerschnitt 22 das dem Kleeblatt-Kaliber 18 nach Fig. 3 entsprechende Auslaufprofil sein kann. Die das Rundprofil 23 tragenden Walzenpaare 24 und 25 sind mit ihren Teilungsebenen E² wiederum um den halben Teilungswinkel β gegenüber den

Teilungsebenen E der Walzenpaare 16, 17 nach Fig. 3 versetzt. Auch für das Rundkaliber 23 gilt, daß die den Teilungsebenen E² zugeordneten Begrenzungsflächen 26 in gleicher oder etwas größerer Entfernung von der Kalibermitte M verlaufen als die ihnen zugeordneten Umfangsflächen des Einlaufquerschnittes 22 mit der Zonenbreite 27.

Der die Walzenpaare 24, 25 verlassende Rundquerschnitt, entsprechend dem Rundkaliber 23, kann vom Durchmesser her ein handelsüblicher runder Fertigquerschnitt sein, so daß es sich empfiehlt, noch mindestens ein Rundkaliber als Maßwalzkaliber nachzuordnen, um den Fertigquerschnitt in besonders enger Toleranz abziehen zu können.

Fig. 5 zeigt drei aufeinandergehende Walzen 30, 31, 32, in die ein Kleeblatt-Kaliber 33 mit drei Ausbuchtungen 33a eingeschnitten ist. Der gestrichelt dargestellte Einlaufquerschnitt 34 ist ein Rundquerschnitt.

Ansprüche

1. Kalibrierung für die Walzen von Walzgerüsten zum Walzen von Vollquerschnitten, z. B. Stabstahl und Draht, **gekennzeichnet durch** Kleeblatt-Kaliber (5, 18, 33) mit gekrümmten Ausbuchtungen (5a) und Einbuchtungen (5b) innerhalb einer auch Rundkaliber (15, 23) umfassenden Kaliberreihe von Walzgerüsten (1) mit drei oder mehr Walzen (3¹, 3², 4¹, 4²; 16, 17; 24, 25; 30, 31, 32), die in der Kaliberreihe abwechselnd um einen halben Teilungswinkel (β) gegeneinander versetzt sind, wobei die Anzahl der "Blätter" oder Ausbuchtungen (5a, 33a) der Kleeblatt-Kaliber die Anzahl der Walzen bestimmt und die den Teilungsebenen (E) bzw. den Walzspalten (7) zugeordneten Begrenzungsflächen (8, 19, 26) eines Kleeblatt-Kalibers oder Rundkalibers (23) symmetrisch zu diesen und in einer Entfernung von der Kalibermitte (M) verlaufen, die gleich oder etwas größer ist als die den Begrenzungsflächen zugeordnete Umfangsfläche (15a, 20a, 27) des Einlaufquerschnittes (15, 20, 22) bzw. des Vorkalibers.

2. Kalibrierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Kleeblatt-Kaliber (5, 18) mit vier Ausbuchtungen (5a, 18a).

3. Kalibrierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Krümmungsradius (11) der Arbeitsflächen (12) der Einbuchtungen (5b) der Kleeblatt-Kaliber (5) größer ist als der Krümmungsradius (9) der Begrenzungsflächen (8) der Ausbuchtungen (5a) des gleichen Kalibers, der seinerseits kleiner ist als die Entfernung (10) zwischen dem ihm zugeordneten Kalibergrund und der Kalibermitte (M).

4. Kalibrierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rundkaliber am Ende der Kaliberreihe und innerhalb der Kaliberreihe an den Stellen (23) vorgesehen sind, an denen Rundquerschnitte mit handelsüblichen Durchmessern als Fertigquerschnitte walzbar sind.

5

5. Kalibrierung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Rundkaliber aufeinander folgen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

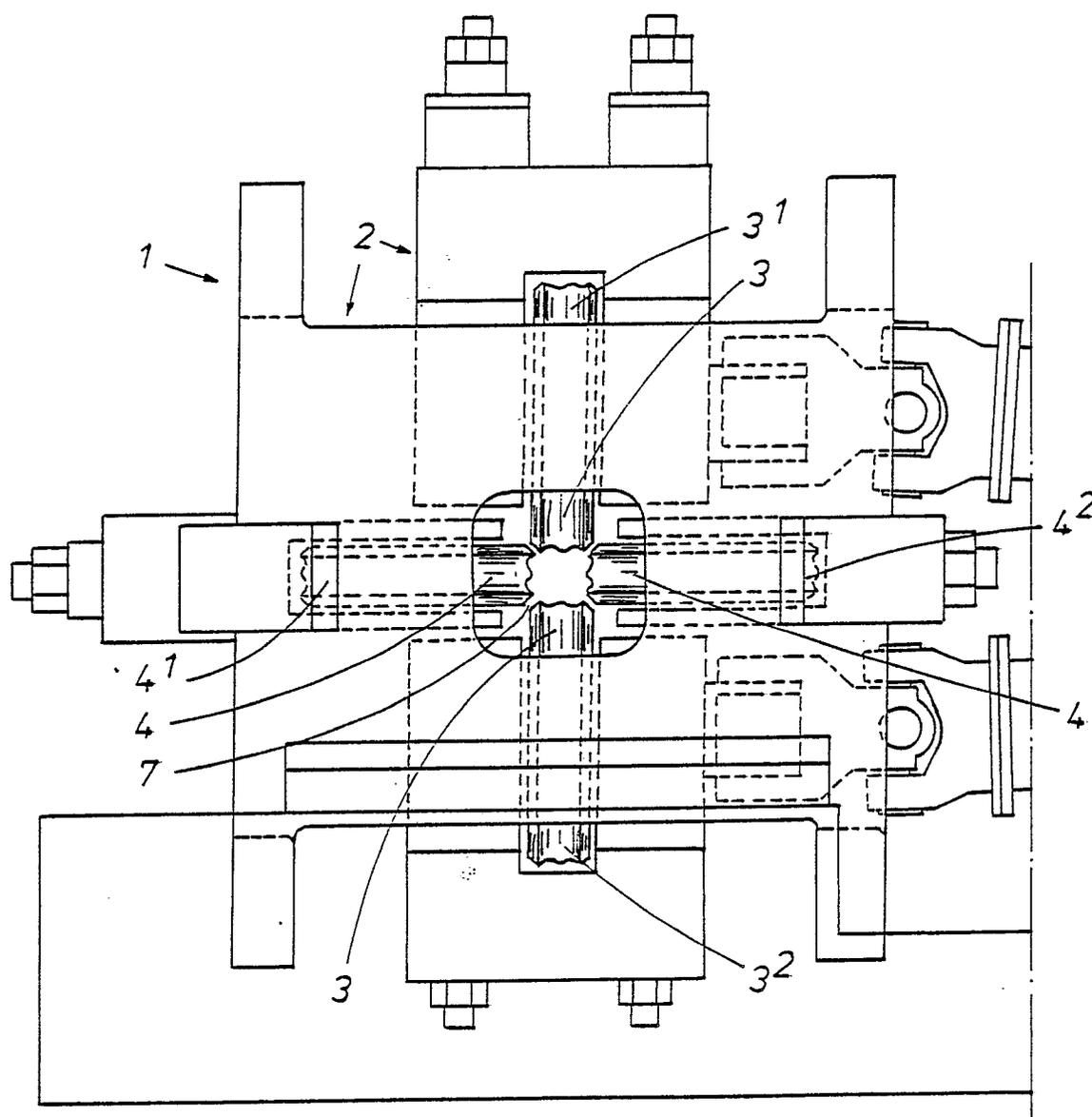
*Fig. 1*

Fig. 2

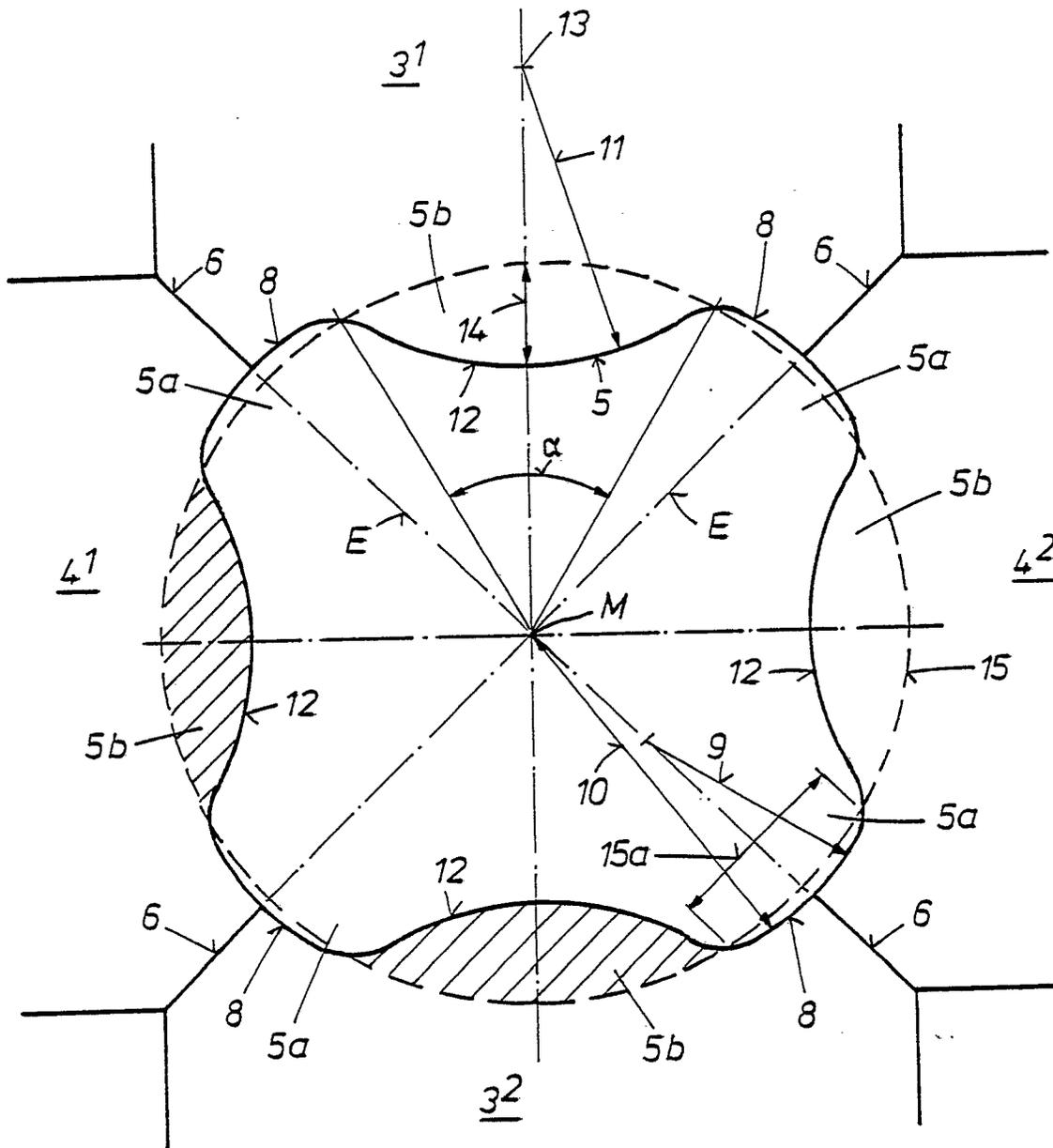


Fig. 3

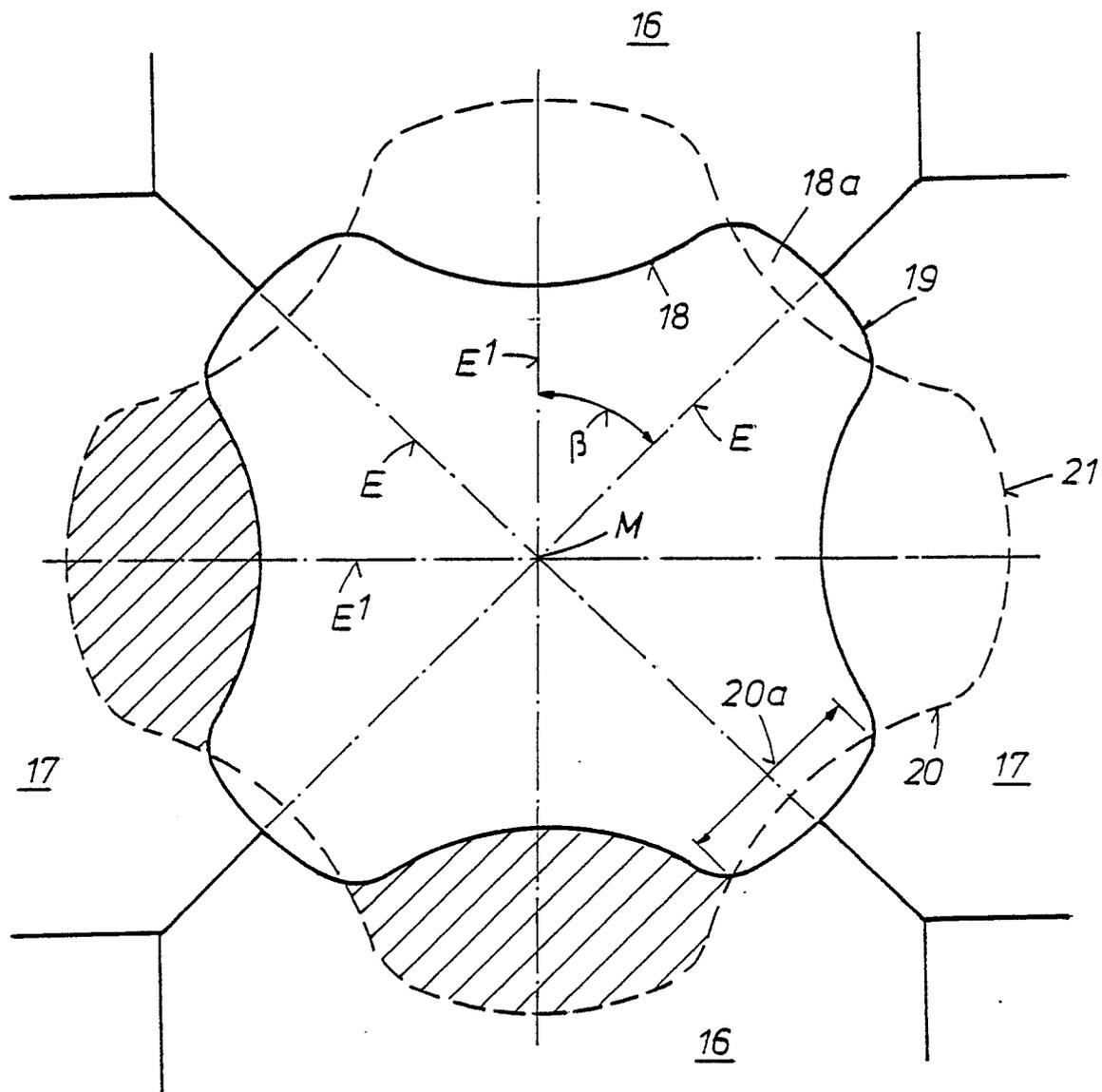


Fig. 4

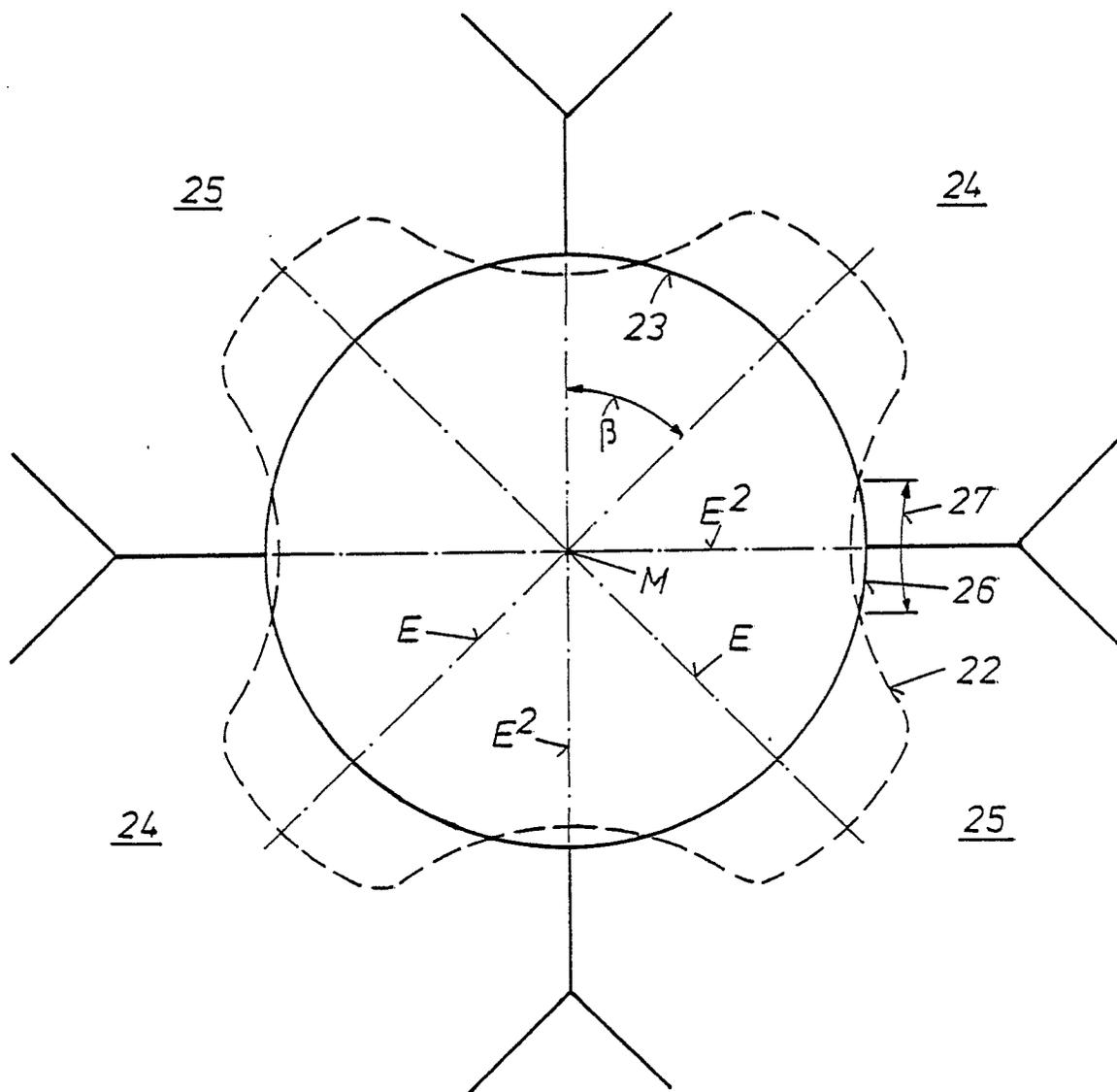


Fig. 5

