(19) DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

Wirtschaftspatent

Erteilt gemaeß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461 (11) **212 210**

Int.Cl.³ 3(51) **B 23 P 15/10**

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

(21) WP B 23 P/ 2459 075 (22) 14.12.82 (44) 08.08.84

(71) VEB CHEMIE- UND TANKANLAGENBAU FUERSTENWALDE;DD;
(72) SCHUETZKE, HANS;DD;

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON ZWEI- BZW. MEHRFLUEGLIGEN DREHKOLBEN

(57) Das Ziel der Erfindung besteht in der Erhöhung der Maßhaltigkeit, der Meßgenauigkeit, der Verbesserung der Laufeigenschaften, der Gewährleistung der Austauschbarkeit der Drehkolben und in der Einsparung von Arbeitszeit, Kosten, und Material bei der Herstellung von Drehkolben. Dieses Ziel wird dadurch erreicht, daß die Abwälzbewegung über den Grundkreis erfolgt und ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser um das 0,77- bis 0,95fache korrigiertes statisches Element und/oder Rad sowie ein aus einer Folge von Zykloidenabschnitten zusammengesetztes Bezugsprofil, dessen Abstände das 0,59- bis 1,36fache des Teilkreisdurchmessers d_0 betragen, als Bearbeitungswerkzeug mit einem Eingriffswinkel von 17 bis 39° verwendet wird, das zunächst die Kolbenflanken und -köpfe und anschließend die Kolbenfüße erzeugt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders zur Herstellung kleiner zwei- bzw. mehrflügliger Drehkolben geeignet. Figur

Titel der Erfindung
Verfahren zur Herstellung von zwei- bzw. mehrflügligen Drehkolben

Anwendungsgebiet der Erfindung
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von zwei- bzw. mehrflügligen Drehkolben, bei dem eine, eine Evolvente beschreibende relative Abwälzbewegung mittels gegeneinander überlagerter Dreh- und Schubbewegungen zwischen einem statischen Element und einem den Drehkolben treibenden Rad erzeugt wird und gleichzeitig mit dieser Abwälzbewegung ein sich in Längsrichtung des Drehkolbens bewegendes, eine Kammform aufweisendes Bearbeitungswerkzeug am Drehkolben in Eingriff kommt.
Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders zur Herstellung kleiner zwei- bzw. mehrflügliger Drehkolben für Vakuum- und Rootspumpen, Rootsgebläsen und Drehkolbengaszähler geeignet. Es ist besonders auf Kurz- und Langhobelmaschinen einsetzbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen
Drehkolbengaszähler sind volumetrische Meßgeräte, bei denen das eintretende Gas ein Paar gegenläufig rotierenden Kolben in Bewegung setzt. Dabei erfassen die Drehkolben ein bestimmtes Volumen, wobei die Drehzahl der Drehkolben proportional der durchströmenden Gasmenge ist. Diese Meßgeräte ähneln in ihrem konstruktiven Aufbau den bekannten Roots-Verdichtern. Drehkolbengaszähler werden zur Messung von Volumenströmen von 3 m^3/h bis 70 000 m^3/h

eingesetzt. Die Drehkolben haben nach allen Seiten ein geringes Spiel, so daß sie sich ohne Berührung beim Gasdurchgang gegenläufig abwälzen. Durch die Lemniskatenform der Drehkolben ist der Spalt zwischen den Drehkolben gleichbleibend. Die Leitkurven der Lemniskaten werden aus Evolventen gebildet. Gleichlaufzahnräder synchronisieren die Kolbenbewegungen. Es ist bekannt, diese Leitkurven durch Formhobeln mit Formmeißel nach Schablonen, Formfräsen mit Satzformfräsern, mechanisches bzw. hydraulisches Kopierhobeln oder Igelwalzenfräsen an den Drehkolben zu erzeugen. Die Herstellung erfolgt dabei so, daß die Drehkolben zunächst angerissen, zentriert, überdreht, auf Länge gesägt, nachzentriert und vorgefräst bzw. -gehobelt sowie anschließend fertiggedreht, geschliffen und fertiggefräst bzw. -gehobelt werden. Beim Fräsen wird jedes Formelement der Kolbenfläche mit Formstählen bearbeitet. Die Fräsermesser müssen dafür nach Schablone von Hand geschliffen und eingestellt werden. Die Bearbeitung erfolgt in zwei Arbeitsgängen. Danach werden die Kolben paarweise aufeinander von Hand eingeschliffen.

Die Fertigung der Drehkolben ist bei allen bekannten Verfahren immer das größte Problem hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen geblieben. Das Schleifen der Fräsermesser von Hand, das Einstellen nach Schablone, Abweichungen beim Ausrichten und das Durchbiegen der Kolben beim Fräsen verursachen Ungenauigkeiten in der Leitkurve und auf der Kolbenlänge. Beim Einschleifen wird oftmals nur ein Kolben auf den anderen abgestimmt. Die Austauschbarkeit der Drehkolben ist dadurch nicht möglich und die Volumina der Ausgangs- und Eingangskammer sind verschieden, wodurch die Laufeigenschaften der Drehkolben im Meßgerät nachteilig beeinflußt werden.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß ein hoher Aufwand an Arbeitszeit für die Herstellung der Drehkolben notwendig ist.

Zahnräder dienen bekanntlich der zwangsläufigen und schlupffreien Kraft- und Bewegungsübertragung zwischen nicht fluchtenden Wellen. Sie wandeln gleichzeitig Drehmomente und Drehzahlen. Das Zahnradgetriebe ist demnach ein Antriebselement, das zur Anpassung der Leistung, Drehzahl und des Drehmomentes in der Antriebstechnik eingesetzt wird (Fronius, Maschinenelemente-An-

triebselemente, S. 386, VEB Verlag Technik Berlin; K. Zirpke, Zahnräder, S. 15 ff., VEB Fachbuchverlag Leipzig, 11. Auflage, 1980).

Diese Bedingungen erfüllt der Drehkolben nicht. Er ist demzufolge kein Zahnrad. Als solches wird auch der Drehkolben seit seinem Einsatz in der Fachliteratur nicht angesehen.

Zur Herstellung von Zahnrädern sind Verfahren bekannt, bei denen zwischen einem Werkrad und einer Zahnstange bzw. einem Werkzeug eine Wälzbewegung erzeugt wird, die sich aus Drehung und Schiebung zusammensetzt. Dies als Wälzverfahren bekannte Verfahren ist bei der Fertigung von Zahnrädern am weitesten verbreitet. Bekannt sind das Wälzfräsen, Hobeln mit Kamm-Meißel, Wälzstoßen und Wälzschleifen (DD-PS 141 473, DE-AS 1 240 367, DE-AS 1 220 650, DE-OS 2 020 579, DE-OS 2 023 518, DE-OS 2 239 568). Beim Wälzfräsen werden die Fräser parallel zur Achse des Werkrades verschoben, Fräser und Werkrad führen eine Kreisbewegung aus.

Dieses bekannte Abwälzfräsen ist für die Fertigung von Drehkolben ungeeignet, weil die dafür notwendigen Fräser überdimensionale Abmessungen aufweisen, die technisch und ökonomisch nicht mehr beherrschbar sind.

Das bekannte Maag-Hobel-Verfahren verwendet eine kurze als Kamm-Meißel ausgebildete Zahnstange, deren Zahnflanken und Kopfflächen so hinterarbeitet sind, daß Schneidwinkel entstehen.

Der Kamm-Meißel führt die Hauptbewegung aus und schneidet beim Abwärtshub. Der Werkstücktisch mit dem Werkrad bewegt sich dabei längs der Zahnstange, wobei das Werkrad um seine Achse kreist. Die Zahntiefeneinstellung erfolgt durch Vorschub des Längs- und Rundtisches auf den Kamm-Meißel zu. Nach dem Stoßen von mehreren Zähnen wird geteilt, wobei das Werkrad um einen bestimmten Betrag gedreht wird. Es beginnt das Aushobeln der nächsten Zähne.

Dieses Verfahren ist für die Herstellung von Drehkolben nicht geeignet, weil das Schneiden, Wälzen und Teilen nicht kontinuierlich erfolgt und die entsprechende Hubmaschine ungleichförmig und ruckartig arbeitet.

Es ist ferner bekannt, evolventenförmige Kolbenflügel an Drehkolben durch kammförmige Werkzeuge mit geraden Flanken zu erzeugen. Das Werkzeug führt eine geradlinige Arbeitsbewegung und eine Vorschubbewegung aus. Der Eingriffswinkel und die Zähnezahl wird derart gewählt, daß der Schnittpunkt der Evolventen mit der Zahnmittellinie auf einem möglichst großen Durchmesser liegt. Der Eingriffswinkel α beträgt bei diesem bekannten Abwälzverfahren für zweiflüglige Drehkolben 47,4 ^{o} und für mehrflüglige Drehkolben zwischen 30,45 ^{o} und 40,45 ^{o}. Dieses bekannte Abwälzverfahren hat den Nachteil, daß größere Drehkolben Werkzeuge erfordern, die überdimensionale Abmessungen annehmen, wodurch die notwendigen Genauigkeiten an den geraden Flanken nicht eingehalten werden. Dies beeinflußt die Meßgenauigkeit der Drehkolbengaszähler oder das Fördervolumen bei Pumpen und Verdichtern nachteilig.

Desweiteren hat diese bekannte Lösung den Nachteil, daß Sonderwerkzeugmaschinen infolge der überdimensionalen Abmessungen der Drehkolben notwendig sind.

Die Evolventenform des Kolbenkopfes, der Kolbenflanken und des Kolbenfusses verursacht durch den Unterschnitt am Kolbenfuß ein Rückvolumen, das die Leistung von Roots- und Vakuumpumpen herabsetzt.

Desweiteren bedingt der spitzauslaufende Kolbenflügel eine ungenügende Abdichtung zwischen Kolbenflügel und Gehäuse, so daß diese bekannte technische Lösung für die Herstellung von Drehkolbengaszähler ungeeignet ist.

Nach der DE-OS 2 023 518 ist ein Verfahren zur Herstellung runder Zahnräder mit Innen- oder Außenevolventen-Verzahnung bekannt, das ein Bezugsprofil verwendet, deren Zahnflanken eben und parallel zueinander sind, denen eine geradlinige Bewegung überlagert ist.

Dieses bekannte Verfahren hat den Nachteil, daß nur eine bestimmte Kolbendicke bzw. Zahnflankenweite herstellbar ist.

Das eingesetzte Werkzeug wird nach seiner Abnutzung unbrauchbar und verworfen, weil die geraden und parallelen Flanken als Schneidwerkzeug einen Freiwinkel besitzen müssen.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Erhöhung der Maßhaltigkeit, der Meßgenauigkeit, der Verbesserung der Laufeigenschaften, der Gewährleistung der Austauschbarkeit der Drehkolben und in der Einsparung von Arbeitszeit, Kosten und Material bei der Herstellung von Drehkolben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das es gestattet, Kolbenflanken, -köpfe und -füße in einem Arbeitsgang herzustellen und das auf herkömmlichen Werkzeugmaschinen ausführbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Abwälzbewegung über den Grundkreis des Drehkolbens erfolgt und ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser um das 0,77 bis 0,95-fache korrigiertes statisches Element und/oder Rad sowie ein aus einer Folge von Zykloidenabschnitten zusammengesetztes Bezugsprofil, dessen Abstände das 0,59 bis 1,36-fache des Teilkreisdurchmessers d_o betragen, als Bearbeitungswerkzeug mit einem Eingriffswinkel von 17 bis 39 ^{o} verwendet wird, das zunächst die Kolbenflanken und -köpfe und anschließend die Kolbenfüße erzeugt.

Die technisch-ökonomischen Auswirkungen, insbesondere die Effektivität der Erfindung bestehen in der Erhöhung der Maßhaltigkeit der Drehkolben. Die Einhaltung der engen Fertigungstoleranzen gewährleisten einen gleichbleibenden Spalt zwischen den Drehkolben und die Austauschbarkeit der nach der Erfindung gefertigten Drehkolben , was die Laufeigenschaften der Drehkolben und die Meßgenauigkeit verbessert.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich ferner dadurch aus, daß der Aufwand an Arbeitszeit bei der Herstellung der Drehkolben merklich gesenkt wird.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

In der dazugehörigen Zeichnung zeigt die Figur das erfindungsgemäße Bezugsprofil mit passendem Drehkolben.

Die Anwendung des Abwälzverfahrens setzt voraus, daß der Drehkolben ein abwälzbares Profil besitzt. Der Drehkolben 2 wird durch Abwälzen des Grundkreisdurchmessers d_g erzeugt. Die Figur zeigt die dazu einzuhaltenden geometrischen Bedingungen.

An der Bezugsprofillinie A liegt der Grundkreisdurchmesser d_g mit dem Evolventenanfangspunkt F so an, daß der Mittelpunkt B senkrecht auf der Bezugsprofillinie steht. Die Punkte F und C fallen zusammen. Bewegt sich der Grundkreis mit dem Durchmesser d_g auf der Bezugsprofillinie A, so erzeugt der Punkt C die Kreisevolvente $\overset{\frown}{FH}$. Bei Drehung des Grundkreises um 90 ° fallen die Punkte H und C zusammen und die linke Evolvente ist erzeugt. Die rechte Evolvente wird bei diesem Durchlauf von H' aus vom Punkt C' um den Eingriffswinkel α erzeugt. Wird der Drehkolben 2 um den Winkel $2 \cdot \beta$ gedreht, so fallen die Punkte F' und C' zusammen und die rechte Evolvente ist erzeugt.

Der Bogen $\overset{\frown}{II'}$ des Bezugsprofiles 1 erzeugt dabei auch den Kopf HH' des Drehkolbens 2. Die Strecke E ist gleich dem Bogenmaß des Ergänzungswinkels β, die Flügeldicke $\overline{CC'}$ dann das Doppelte der Strecke E. Auf den Grundkreisdurchmesser d_g bezogen hat die Strekke G die Länge des Bogenmaßes des Eingriffswinkels α.

Die Strecken E und G sind bei einer 90 °-Drehung gleich der Hälfte der Teilung D des Bezugsprofiles 1. Durch Abwälzung des Verbindungskreisdurchmessers d_v über den Grundkreisdurchmesser d_g entsteht als Verbindungsbogen $\overset{\frown}{C'C''}$ eine Zykloide. Die Verbindungslinien CH sind an der Erzeugung der Kolbenform nicht beteiligt. Bei weiterer Drehung entsteht das Bezugsprofil 1. Damit ist die Geometrie des Drehkolbens 2 und das für den Wälzvorgang notwendige Bezugsprofil 1 bestimmt.

Das Bezugsprofil 1 gilt für zweiflüglige Drehkolben. Es läßt sich aber auch für mehrflüglige Drehkolben ableiten.

Die Wälzbewegung wird zwischen einem statischen Element und einem Drehkolben treibenden Rad erzeugt. Sie setzt sich aus Dreh- und Schubbewegungen zusammen und beschreibt eine Evolvente. Gleich-

zeitig mit dieser Wälzbewegung greift in Längsrichtung der Drehkolbenachse ein Bearbeitungswerkzeug an, das das erfindungsgemäße Bezugsprofil 1 aufweist. Das Bezugsprofil 1 besteht aus eine Folge von Zykloidenabschnitten zusammengesetztes Bezugsprofil. Di Abstände der Zykloidenabschnitte betragen das 0,59 bis 1,36-fache des Teilkreisdurchmessers d_o. Der Eingriffswinkel α beträgt 17 bis 39 °. Von diesem Bearbeitungswerkzeug werden zunächst die Kolbenflanken und -köpfe und anschließend die Kolbenfüße am Drehkolb erzeugt. Als statisches Element wird eine Werkzahnstange oder ein Wälzband und als treibendes Rad ein Werkzahnrad bzw. Zahnradgetriebe oder eine Wälzscheibe eingesetzt. In den Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser des statischen Elementes und des Rades muß eine Korrektur eingearbeitet werden, die das 0,77 bis 0,95-fache des Teilkreisdurchmessers d_o des Drehkolbens beträgt. Durch diesen Faktor entsteht immer eine korrigierte Werkzahnstange und ein korrigiertes Zahnrad. Die Werkzahnstange ist in diesem Fall a Zahnrad mit unendlich vielen Zähnen anzusehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist mit einer entsprechend angepaßten Hilfseinrichtung auf herkömmlichen Werkzeugmaschinen wie Kurz- oder Langhobelmaschinen anwendbar.

Beispiel 1

Ein zweiflügliger Drehkolben mit einem Durchmesser von 128 mm und einer Kolbenlänge von 210 mm soll mit dem erfindungsgemäßen Verfah ren hergestellt werden.

Die Fertigungstoleranzen dieses Drehkolbens sollen betragen:

Kolbendickenfehler	85 µm
Evolventenrichtungsfehler	84 µm
Evolventenformfehler	30 µm
Teilungsfehler	35 µm
Kopf- und Fußformfehler	80 µm.

Der unbearbeitete Drehkolben wird zunächst angerissen, auf Länge gesägt, zentriert, überdreht und geschruppt.

Anschließend erfolgt die Feinbearbeitung des Drehkolbens auf einer herkömmlichen Langhobelmaschine. Die Wälzbewegung wird zwischen

einer Werkzahnstange und einem Werkzahnrad erzeugt. Der Korrekturfaktor für den Teilkreisdurchmesser beträgt 0,78. Als Bearbeitungswerkzeug findet ein Bezugsprofil Anwendung, dessen Zykloidenabschnittabstände das 0,71-fache des Teilkreisdurchmessers d_o und dessen Eingriffswinkel α 38,146026 ° beträgt.

Der fertigbearbeitete Drehkolben erreicht folgende Toleranzen:

Kolbendickenfehler	50	µm
Evolventenrichtungsfehler auf Kolbenlänge bezogen	40	µm
Evolventenformfehler	20	µm
Teilungsfehler	30	µm
Kopf- und Fußformfehler	70	µm.

Beispiel 2

Ein dreiflügliger Drehkolben mit einem Durchmesser von 110 mm, einer Kolbenlänge von 160 mm soll gefertigt werden.

Die Fertigungstoleranzen müssen betragen:

Kolbendickenfehler	60	µm
Evolventenrichtungsfehler auf Kolbenlänge bezogen	60	µm
Evolventenformfehler	25	µm
Teilungsfehler	30	µm
Kopf- und Fußformfehler	70	µm.

Die Vorbearbeitung des Drehkolbens entspricht dem des Beispiels 1.

Zur Feinbearbeitung wird ein Bezugsprofil als Bearbeitungswerkzeug eingesetzt, dessen Zykloidenabschnittabstände das 0,5691-fache des Teilkreisdurchmessers d_o und dessen Eingriffswinkel α 27,6364 ° beträgt. Der Korrekturfaktor für den Teilkreisdurchmesser der Werkzahnstange und des Werkzahnrades beträgt 0,52.

Der fertiggestellte Drehkolben hat folgende Toleranzen:

Kolbendickenfehler	35	µm
Evolventenrichtungsfehler auf Kolbenlänge bezogen	30	µm
Evolventenformfehler	15	µm
Teilungsfehler	28	µm
Kopf- und Fußformfehler	60	µm.

Erfindungsanspruch

Verfahren zur Herstellung von zwei- bzw. mehrflügligen Drehkolben, bei dem eine, eine Evolvente beschreibende relative Abwälzbewegung mittels gegeneinander überlagerter Dreh- und Schubbewegungen zwischen einem statischen Element und einem den Drehkolben treibenden Rad erzeugt wird und gleichzeitig mit dieser Abwälzbewegung ein sich in Längsrichtung des Drehkolben bewegendes, eine Kammform aufweisendes Bearbeitungswerkzeug am Drehkolben in Eingriff kommt, gekennzeichnet dadurch, daß die Abwälzbewegung über den Grundkreis des Drehkolbens erfolgt und ein in seinem Teilkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser um das 0,77 bis 0,95-fache korrigiertes statische Element und/oder Rad sowie ein aus einer Folge von Zykloidenabschnitten zusammengesetzes Bezugsprofil, dessen Abstände das 0,59 bis 1,36-fache des Teilkreisdurchmessers d_o betragen, als Bearbeitungswerkzeug mit einem Eingriffswinkel von 17 bis 39 ^{o} verwendet wird, das zunächst die Kolbenflanken und -köpfe und anschließend die Kolbenfüße erzeugt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

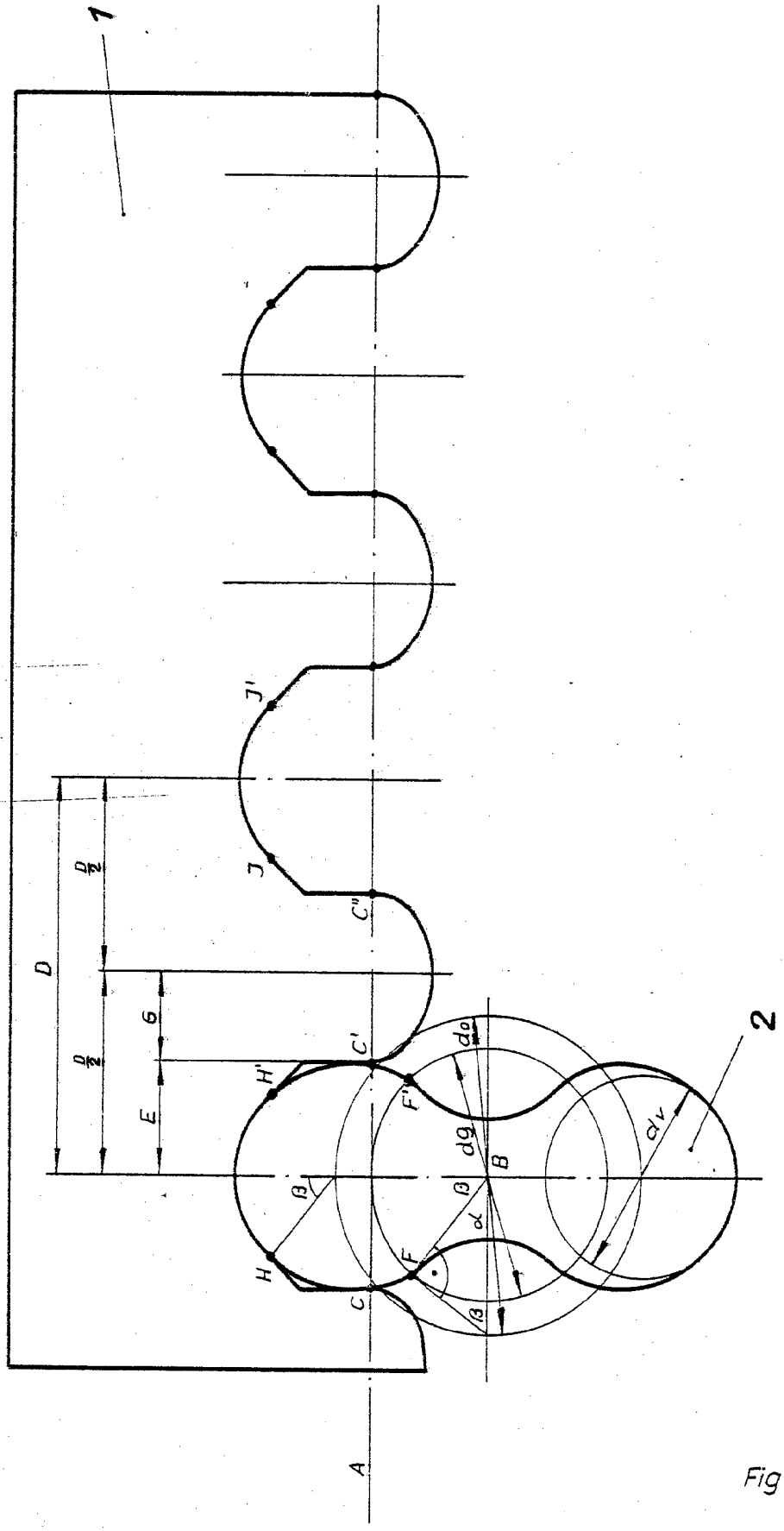


Fig.

1 BF 1982 * 054669