(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 29 713 T2** 2006.08.31

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 137 890 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 29 713.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/28956**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 966 028.5**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/034694**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.12.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **15.06.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.10.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **01.02.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.08.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***F16J 15/32*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
207132 **08.12.1998** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Federal-Mogul Corp., Southfield, Mich., US

(74) Vertreter:
Becker, Kurig, Straus, 80336 München

(72) Erfinder:
TOTH, M., David, Brighton, MI 48114, US; SMITH, N., Stanley, Farmington, MI 48335, US

(54) Bezeichnung: **HYDRODYNAMISCHE DICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung betrifft allgemein hydrodynamische Dichtungen und genauer die Bildung von hydrodynamischen Rillen in solchen Dichtungen.

Stand der Technik

[0002] Hydrodynamische Wellendichtungen werden herkömmlicherweise durch Pressformen, Prägen oder Schneiden einer spiralförmigen Rille oder einer anderen hydrodynamischen Struktur oder eines Hilfsmittels in die Dichtung hergestellt. Die hydrodynamische Rille wechselwirkt mit der rotierenden Welle so, dass jegliches Schmieröl, dass unter die Dichtung gelangen kann, zurück auf die Ölseite der Dichtung gepumpt wird.

[0003] Hydrodynamische Hilfsmittel nehmen oft die Form einer spiralförmigen Rille an, wie zum Beispiel in US-Patent Nr. 4 739 998 dargestellt, oder eines offenen spiralförmigen Kanals wie zum Beispiel in US-Patent Nr. 3 857 156 dargestellt. Jede der vorstehenden hydrodynamischen Konfigurationen hat ihre Vorteile und Nachteile.

[0004] Die spiralförmigen Rillen erstrecken sich im allgemeinen tiefer in die Dichtung hinein als die spiralförmigen Kanäle und erhöhen als solche im allgemeinen die Flexibilität der Dichtung in einem größeren Ausmaß, als es Kanäle tun. Die gesteigerte Flexibilität verringert vorteilhaft die erforderliche Dichtkraft, die die Dichtung um die Welle herum ausüben muss, um eine fluiddichte Dichtung zu bewirken, wodurch Abnutzung verringert wird und die Lebensdauer der Dichtung verlängert wird. Die geschlossene Beschaffenheit solcher Rillen bietet jedoch eine geringere Fluidpumpwirkung als ein offener spiralförmiger Kanal.

[0005] Die offenen spiralförmigen Kanäle weisen aufgrund der im Verhältnis größeren Fluidvolumenkapazität eine größere Fluidpumpkapazität auf, doch sind im allgemeinen weniger wirkungsvoll beim Erhöhen der Flexibilität von Dichtungen. Es gibt eine obere Grenze für die Größe solcher offener Kanäle. Wenn sie in dem Bestreben, die Flexibilität zu erhöhen, zu groß gemacht werden, können die statischen Dichtfähigkeiten beeinträchtigt werden und/oder eine übermäßige hydrodynamische Pumpwirkung zur Folge haben, was beides der Leistungsfähigkeit der Dichtung abträglich ist.

[0006] Es ist eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hydrodynamische Wellendichtung bereitzustellen, welche die Vorteile sowohl von den erwähnten hydrodynamischen Hilfsmitteln mit geschlossenen Rillen als auch mit offenen Kanälen ohne ihre inhärenten Nachteile aufweisen.

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine hydrodynamische Wellendichtungsanordnung bereitgestellt, die umfasst:
einen Träger;
ein Dichtungselement, welches auf dem Träger angebracht ist, um mit einer relativ drehbaren Welle abdichtend in Eingriff zu stehen; und
mindestens eine auf dem Dichtungselement ausgebildete hydrodynamische Rille,
dadurch gekennzeichnet, dass die, oder jede, hydrodynamische Rille einen offenen Kanalteil und mindestens einen biegeverbessernden eingeschnittenen Teil umfasst, welcher sich von dem offenen Kanalteil in das Dichtungselement hinein erstreckt, um die Flexibilität des Dichtungselements zu erhöhen.

[0008] Ebenfalls gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Bilden eines spiralförmigen hydrodynamischen Merkmals in einer Wellendichtung bereitgestellt, umfassend:
Bilden eines spiralförmigen offenen Kanalteils in einer Seite der Dichtung; und
Schneiden eines spiralförmigen, biegeverbessernden Teils in die Dichtung, welcher sich von dem offenen Kanalteil erstreckt.

[0009] Eine hydrodynamische Wellendichtungsanordnung wird bereitgestellt, welche einen Träger, ein Dichtungselement, welches auf dem Träger so angebracht ist, dass es mit einer relativ drehbaren Welle abdichtend in Eingriff steht, und mindestens eine auf dem Dichtungselement ausgebildete hydrodynamische Rille umfasst, welche einen spiralförmigen offenen Kanalteil und mindestens einen spiralförmigen, biegeverbessernden Schnitt aufweist, der sich von dem offenen Kanalteil in das Dichtungselement erstreckt.

[0010] Das Dichtungselement ist damit ein Hybrid aus Sorten zwischen einer hydrodynamischen Dichtungsart mit offenen Kanälen und einer hydrodynamischen Dichtungsart mit geschlossenen Rillen. Der offene Kanalteil optimiert die hydrodynamische Pumpwirkung und minimiert das Einfangen von Ablagerungen bzw. Fremdkörpern, während der biegeverbessernde Schnitt die Dichtungsflexibilität optimiert, ohne die statischen und hydrodynamischen Dichtfähigkeiten der Dichtung zu opfern.

[0011] Die Erfindung bietet auch ein Verfahren zum Bilden einer solchen hydrodynamischen Rille in einer Wellendichtung, umfassend das Bilden des spiralförmigen offenen Kanalteils in einer Seite der Wellendichtung, zusammen mit dem Bilden des biegeverbessernden eingeschnittenen Teils, der sich von dem offenen Kanalteil in die Dichtung hinein erstreckt. Wellendichtungen, die gemäß dem Verfahren der Erfindung gebildet werden, haben die gleichen Vorteile

wie vorstehend besprochen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Diese und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden leichter verstanden werden, wenn sie in Verbindung mit der folgenden ausführlichen Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen betrachtet werden, wobei:

[0013] Fig. 1 eine Endansicht einer Wellendichtung vom Radialtyp ist, die gemäß der Erfindung erstellt wurde;

[0014] Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht ist, die allgemein entlang der Linie 2-2 aus Fig. 1 vorgenommen wurde;

[0015] Fig. 3 eine vergrößerte ausschnittsweise Schnittansicht des Dichtlippenteils der Wellendichtung ist, welche Einzelheiten des hydrodynamischen Merkmals gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0016] Fig. 4 eine ausschnittsweise Schnittansicht einer Dichtungsanordnung ist, die die vorliegende Erfindung ausführt, welche zwischen einer rotierenden Welle und einer feststehenden Bohrung eines Gehäuses montiert ist;

[0017] Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht eines Teils der Dichtlippe im eingebauten Zustand ist;

[0018] Fig. 6 und Fig. 7 ein bevorzugtes Verfahren zum Bilden der hydrodynamischen Merkmale gemäß der Erfindung veranschaulichen; und

[0019] Fig. 8 eine alternative hydrodynamische Dichtungs-Bauart darstellt.

Ausführliche Beschreibung

[0020] Zunächst unter Bezug auf Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 4 wird bei allgemein eine hydrodynamische Wellendichtungsanordnung gezeigt, die gemäß einer derzeit bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ausgebildet ist und ein Dichtungselement umfasst, welches in einem Träger **14** angebracht ist, um innerhalb einer Bohrung **16** eines Gehäuses **18** so angebracht zu werden, dass es ein relativ drehbares Wellenelement **20** abdichtend umgreift, so dass sie ein Fluid, und typischerweise ein Schmieröl, auf einer Ölseite **22** der Dichtungsanordnung hält bzw. eingrenzt, und Verunreinigungen auf einer axial gegenüberliegenden Luftseite **24** der Anordnung **10** ausschließt.

[0021] Das Dichtungselement **12** liegt in der Form einer Platte oder Scheibe vor, die aus einem Polymermaterial gefertigt ist, und vorzugsweise aus einer Polytetrafluorethylen (PTFE)-Verbindung, die aus einem rohrförmigen Rohling geschnitten wird. Füllstoffe können zu dem Scheibenmaterial hinzugefügt werden, um die Scheibe speziell für die beabsichtigte Verwendung anzupassen: Geeignete Füllmaterialien schließen Glasfasern, Molybdändisulfid, Graphit und Bronze ein. Das Dichtungselement **12** schließt einen radialen Außenteil **28** ein, der an dem Träger **14** befestigt ist, und einen flexiblen radialen Innenteil **26**, der sich von dem Träger aus radial nach innen erstreckt und in einer Dichtlippe **29** zum abdichtenden Umgreifen der Welle **20** endet. Es versteht sich, dass der Begriff „Welle" wie hier verwendet eine drehbare Welle an sich ebenso umfasst wie eine Verschleißhülse, die auf eine bekannte Weise ebenso anbringbar und mit der Welle drehbar ist, um eine Dichtoberfläche bereitzustellen, die mit der Dichtanordnung **10** vereinigt bzw. verbunden sein kann oder nicht verbunden sein kann.

[0022] Wie am besten in Fig. 2 gezeigt ist, schließt der Träger **14** ein metallisches äußeres Gehäuse **30** und ein metallisches inneres Gehäuse **32** ein, welche ineinandergeschachtelte zylindrische Körperteile bzw. Hauptteile **34**, **36** aufweisen, die an einem Ende in axial voneinander beabstandeten ringförmigen Endflanschen **38**, **40** enden, die sich radial nach innen von den jeweiligen Körperteile **34**, **36** erstrecken und einen ringförmige Spalt **42** dazwischen begrenzen, in dem der radial äußere Teil **28** des Dichtungselements **12** angeordnet ist. Ein elastomerer Dichtring **44** ist ebenso in der Lücke **42** zwischen dem Endflansch **28** des äußeren Gehäuses **30** und dem radial äußeren Teil **28** des Dichtungselements **12** angeordnet. Der Endflansch **40** des inneren Gehäuses **32** wird in Richtung des Endflanschs **38** des äußeren Gehäuses gedrängt, so dass der radial äußere Teil **28** und der Dichtring **44** fest zwischen den Endflanschen **38**, **40** zusammengepresst wird, um das Dichtungselement **12** sicher in dem Träger **14** zu befestigen und ein Auslaufen von Öl an dem Dichtring **44** vorbei zu verhindern. Ein Endteil **46** des äußeren Gehäuses **30** ist über eine freie Kante **48** des inneren Gehäuses **32** gezogen, was dazu dient, die Gehäuseelemente **30**, **32** fest in dem zusammengepressten Zustand zu arretieren.

[0023] Der Fachmann wird die vorstehend beschriebene Klemmanordnung zum Befestigen eines Dichtungselements, und insbesondere eines aus Polytetrafluorethylen (PTFE), als bekannt erkennen. Die Erfindung betrachtet andere Trägerkonstruktionen und Arten, das Dichtelement **12** an dem Träger **14** zu befestigen, wie zum Beispiel ein Verkleben anstelle eines Klemmen des Dichtelements **12** an einem Träger **14**, was ebenfalls ein im Fach bekanntes Verfahren ist, wie zum Beispiel in US-Patent Nr. 5 024 364, welches im gemeinschaftlichen Besitz des Rechtsnachfolgers bzw. Abtretungsempfängers der vorliegenden Erfindung ist, und seiner hierin als Referenz eingeschlossenen Offenbarung offenbart ist.

[0024] Gemäß der Erfindung ist der radial innere Teile **26** des Dichtungselements **12** mit hydrodynamischen Merkmalen ausgebildet, die allgemein bei **50** angezeigt sind, welche während einer relativen Rotation der Welle **20** so arbeiten, dass sie eine hydrodynamische Pumpwirkung erzeugen, die so wirkt, dass jedes Öl, das entlang der Welle **20** auf die Dichtungsrückseite gelangen kann, zurück in Richtung der Ölseite **22** der Dichtungsanordnung **10** in Richtung des Pfeils **52** zu führen. Auf diese Weise wird jegliches Öl, das zwischen die Welle **20** und die Dichtlippe **29** gelangt, zurück auf die Ölseite **22** der Dichtungsanordnung **10** durch Wirkung der hydrodynamischen Merkmale **50** geführt.

[0025] Hydrodynamische Merkmale an sich sind im Fach bekannt und liegen üblicherweise in Form eines spiralförmigen offenen Kanals oder einer spiralförmigen geschlossenen Rille vor. Das hydrodynamische Merkmal **50** gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Hybrid aus den hydrodynamischen Hilfsmitteln vom Typ des offenen Kanals und der geschlossenen Rille. Gemäß der Erfindung ist das Dichtungselement **12** mit einem spiralförmigen offenen Kanalteil **54** in Kombination mit mindestens einem biegeverbessernden spiralförmigen eingeschnittenen Teil **56** ausgebildet, das sich von dem offenen Kanalteil **54** in das Dichtungselement **12** erstreckt, um dem Dichtungselement **12** größere Flexibilität zu verleihen. Es ist ersichtlich, dass der offene Kanalteil **54** Wände **58**, **60** aufweist, die an einer Dichtoberfläche **62** des Dichtungselements **12** voneinander beabstandet sind und innen an einer Wurzel oder Basis **62** des offenen Kanalteils **50** unterhalb der Oberfläche **62** zusammenlaufen oder zusammentreffen. Der offene Kanalteil **54** ist im Querschnitt vorzugsweise allgemein V-förmig, und eine Wand **60** kann parallel zu einer Längsachse A des Dichtungselements **12** sein, während die andere Wand **58** in einem vorbestimmten spitzen Winkel α bezüglich der Achse geneigt ist, und vorzugsweise im Bereich von etwa 25 bis 45°. Die Erfindung betrachtet eine Konstruktion, bei der beide Wände so geneigt sind, dass sie einen eingeschlossenen Winkel α in zum Beispiel dem Bereich von etwa 50 bis 90° bilden, wie in Fig. 8 dargestellt. Der offene Kanalteil **54** selbst ist frei von Dichtungselementmaterial, da seine Wände voneinander beabstandet sind. Der offene Kanalteil **54** definiert einen Zwischenraum eines vorbestimmten offenen Volumens, in dem Öl gesammelt werden kann und durch die hydrodynamische Pumpwirkung zurück auf die Ölseite **22** der Dichtungsanordnung **10** während des Betriebs geleitet werden kann.

[0026] Die Größe und Konfiguration des offenen Kanalteils **54** und des eingeschnittenen Teils **56** sind so gewählt, dass sie eine optimale hydrodynamische Wirkung und Dichtungsflexibilität bieten, während eine gute statische Abdichtung beibehalten wird. Die Erfindung erreicht diese Ziele durch die Kombination der offenen Kanalteile und der geschlossenen, schnittartigen Rillenteile. Jeder Teil ist ausgeführt, um die Bedürfnisse einer bestimmten Anwendung unter Berücksichtigung der vorstehenden Ziele zu erfüllen. Die in den Zeichnungen abgebildete Dichtung ist zum Beispiel für eine Motorwellendichtungsanwendung ausgelegt. Die Größe, Proportion oder Geometrie der hydrodynamischen Teile **54**, **56** können verändert werden, um die speziellen Bedürfnisse einer bestimmten Anwendung zu erfüllen, um die gewünschten Ziele zu erreichen. Es kann auch eine einadrige oder mehradrige spiralförmige Kombinationsrille verwendet werden, welche die Merkmale der Erfindung aufweist.

[0027] Fig. 6 und Fig. 7 veranschaulichen ein derzeit bevorzugtes Verfahren zum Bilden hydrodynamischer Hilfsmittel **50** gemäß der Erfindung so, dass sie den offenen Kanalteil bzw. den biegeverbessernden eingeschnittenen Teil **54**, **56** einschließen. Der grundlegende Vorgang des Bildens eines PTFE-Dichtungselements aus einem rohrförmigen Rohling ist in US-Patent Nr. 3 857 156 offenbart, dessen Offenbarung als Referenz hierin eingeschlossen wird. Ein rohrförmiger Rohling wird in einer Spannvorrichtung eingespannt, und um seine Achse gedreht, wobei eine Außenseite **66** davon frei liegt. Ein Paar von spiralförmigen kreuzförmigen Einschnitten wird durch ein Werkzeug **68** in die Seite **66** des Dichtungselements **12** maschinell eingearbeitet, um den sich daraus ergebenden offenen Kanalteil **54** und den biegeverbessernden eingeschnittenen Teil **56** zu erstellen. Die Schnitte überkreuzen sich so, dass sie Material entfernen, um den offenen Kanalteil **54** zu bilden, während mindestens ein Schnitt, der sich über den offenen Kanalteil hinaus erstreckt, beibehalten wird, welcher den geschlossenen, biegeverbessernden eingeschnittenen Teil **56** definiert.

[0028] Der andere Schnitt ist bezüglich des ersten Schnitts um einen Winkel versetzt und erstreckt sich von einer Stelle C auf der Seite **66**, die radial von der Stelle A des ersten Schnitts beabstandet ist, in die Dichtung hinein in zusammenlaufender Beziehung zum ersten Schnitt, bis zu einer Stelle D, die an oder etwas hinter einem Schnittpunkt X mit dem ersten Schnitt liegt, an einer Stelle zwischen den Enden A, B des ersten Schnitts. Der kreuzförmige Schnitt trennt das nötige Material heraus, um den offenen Kanalteil **54** zu bilden, und lässt einen Teil von der Stelle der Überschneidung X zu der Basis B des ersten Schnitts intakt, entsprechend dem biegeverbessernden eingeschnittenen Teil **56**, wie in Fig. 7 gezeigt, so dass sich zwei schnitt-verbessernde eingeschnittene Teile ergeben können. In Fig. 8 ist der Winkel der Schnitte größer und verläuft kreuz und quer, so dass doppelte schnitt-verbessernde Teile gebildet werden, die sich von den offenen Kanalteilen erstrecken.

[0029] Es versteht sich, dass kreuzförmiges Einschneiden nur ein Weg ist, den offenen Kanalteil **54** zu bilden, um einen Spiralkanal frei von dem Wellendichtungsmaterial bereitzustellen, und dass es das bevorzugte Verfahren ist. Der Fachmann wird jedoch einsehen, dass andere Techniken, die derzeit verwendet werden, um Rillen vom Typ offener Kanäle zu bilden, angewendet werden könnten, wie Vollprägen, Pressformen, Hohlprägen, und ähnliche, in Kombination mit einem Prozessschritt zum Bilden des eingeschnittenen Teils **56**, der sich von einem solchen offenen Kanalteil in das Dichtungselement **12** erstreckt, um die verbesserte Flexibilität zu bieten.

[0030] Wenn die Dichtung **10** eingebaut ist, wie in Fig. 4 gezeigt, dann gibt es eine Beeinflussung durch die Welle, welche den radial inneren Teil **26** axial verbiegt, was bewirkt, dass die Lippe **29** des Dichtungselements **12** an der Welle **20** anliegt, wodurch eine Manschettenartige Dichtung um die Welle **20** herum bereitgestellt wird. Wie am besten in Fig. 4 und Fig. 5 veranschaulicht ist, öffnen sich die eingeschnittenen Teile **56** leicht, wenn die Dichtung auf die Welle gebogen wird, was die Wirkung hat, dass die radiale Dichtkraft, die das Dichtungselement **12** um die Welle **12** ausübt, wenn es eingebaut ist, im Vergleich zu einer Dichtung ohne den zusätzlichen eingeschnittenen Teil **56** verringert wird. Die verringerte Belastung verringert vorteilhaft die Abnutzung des Dichtungselements aufgrund von reibendem Kontakt und verlängert dadurch die Betriebslebensdauer des Dichtungselements **12**.

[0031] Es wird auch aus Fig. 4 und Fig. 5 verstanden werden, dass das durch den eingeschnittenen Teil **56** verursachte Biegen das Volumen oder die Geometrie des eingeschnittenen Teils **56** nicht sehr verändert, insbesondere an der Stelle, an der die Lippe **29** die Welle **20** umgreift.

[0032] Offensichtlich sind angesichts der vorstehenden Lehren viele Modifikationen und Variationen der vorliegenden Erfindung möglich. Es versteht sich daher, dass die Erfindung innerhalb des Schutzbereichs der beigefügten Ansprüche anders ausgeführt werden kann als ausdrücklich beschrieben. Die Erfindung ist durch die Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Hydrodynamische Wellendichtungsanordnung (**10**), umfassend
einen Träger (**14**);
ein Dichtungselement (**12**), welches auf dem Träger angebracht ist, um mit einer relativ drehbaren Welle (**20**) abdichtend in Eingriff zu stehen; und
mindestens eine auf dem Dichtungselement ausgebildete hydrodynamische Rille (**50**),
dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede hydrodynamische Rille einen offenen Kanalteil (**54**) und mindestens einen biegeverbessernden eingeschnittenen Teil (**56**) umfasst, welcher sich von dem offenen Kanalteil in das Dichtungselement hinein erstreckt, um die Biegsamkeit des Dichtungselements zu erhöhen.

2. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 1, wobei der offene Kanalteil gegenüberliegende Wände (**58**/**60**) aufweist, die an einer Wurzel (**64**) des offenen Kanalteils zusammenlaufen und wobei sich der eingeschnittene Teil von den Wänden des offenen Kanalteils erstreckt.

3. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 2, wobei das Dichtungselement eine dichtende Fläche (**62**) einschließt und die Wände des offenen Kanalteils an der dichtende Fläche voneinander beabstandet sind.

4. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, wobei mindestens eine der Wände in einem vorbestimmten Winkel relativ zu einer Längsachse (A) des Dichtungselements steht.

5. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 4, wobei eine der Wände parallel zu der Längsachse ist.

6. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 5, wobei die andere der Wände in einem Winkel im Bereich von etwa 24-45° relativ zu der Achse steht.

7. Wellendichtungsanordnung nach Anspruch 4, wobei beide Wände in einem Winkel zu der Längsachse stehen.

8. Wellendichtungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der eingeschnittene Teil eine Schnitterweiterung (**56**) von einer der Wände des offenen Kanalteils umfasst.

9. Wellendichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der eingeschnittene Teil in einem vorbestimmten Winkel relativ zu einer Längsachse des Dichtungselements steht.

10. Wellendichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei sich der eingeschnittene Teil eine vorbestimmte erste axiale Strecke in das Dichtungselement hinein erstreckt und wobei sich der eingeschnittene Teil eine vorbestimmte zweite axiale Strecke in das Dichtungselement hinein erstreckt, welche im Verhältnis größer ist als die erste Strecke.

11. Wellendichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die, oder jede, hydrodynamische Rille die Form einer Spirale aufweist.

12. Wellendichtungsanordnung nach einem der

Ansprüche 2 bis 11, wobei das hydrodynamische Merkmal in das Dichtungselement geschnitten ist und einen Einschnitt einschließt, der sich eine vorbestimmte Tiefe von der dichtenden Fläche in das Dichtungselement hinein erstreckt und innerhalb des Dichtungselements an der Wurzel davon endet, und einen weiteren Einschnitt geringerer Tiefe, der quer zu dem einen Einschnitt verläuft und diesen zwischen der dichtenden Fläche und der Wurzel des einen Einschnitts schneidet.

13. Verfahren zum Bilden eines spiralförmigen hydrodynamischen Merkmals in einer Wellendichtung, umfassend:
Bilden eines spiralförmigen offenen Kanalteils in einer Seite der Dichtung; und
Schneiden eines spiralförmigen, biegeverbessernden eingeschnittenen Teils in die Dichtung, welcher sich von dem offenen Kanalteil erstreckt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der offene Kanalteil durch Einschneiden des Dichtungselements gebildet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei der offene Kanalteil gebildet wird, indem Material der Dichtung entfernt wird und der eingeschnittene Teil gebildet wird, indem ein Schnitt von dem offenen Kanalteil maschinell in die Dichtung gearbeitet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, welches das Bilden des Dichtungselements aus PTFE einschließt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei der offene Kanal durch maschinelles Bearbeiten der dichtenden Fläche der Wellendichtung gebildet wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

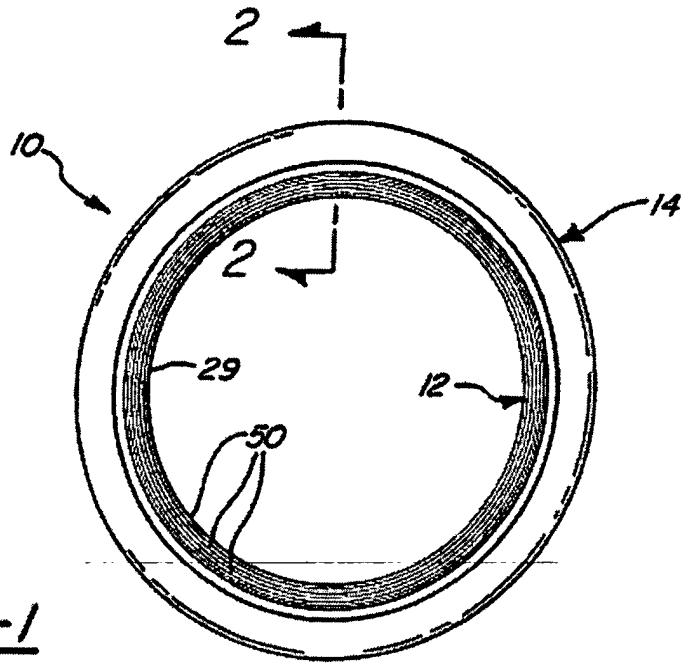


FIG-1

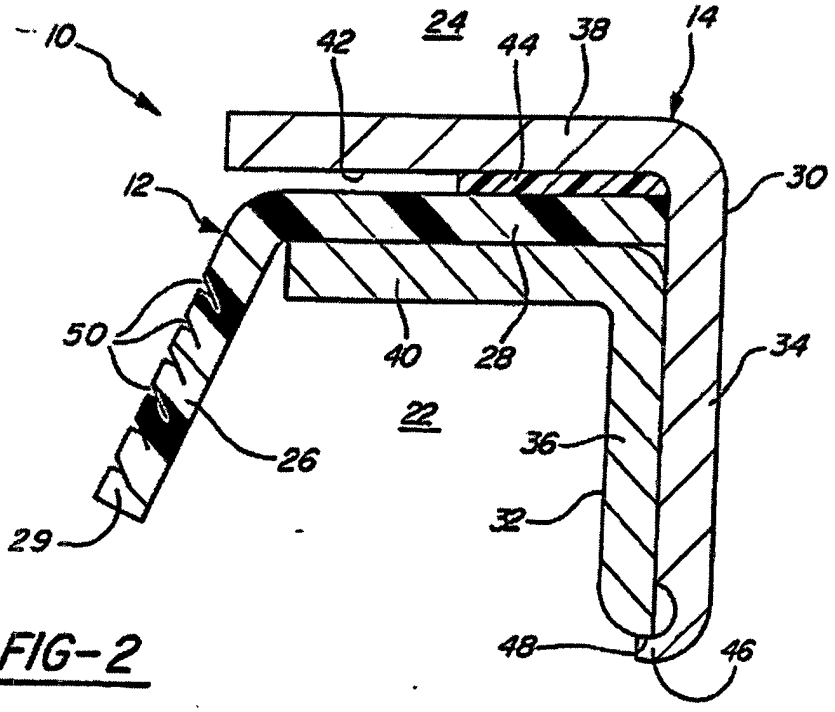


FIG-2

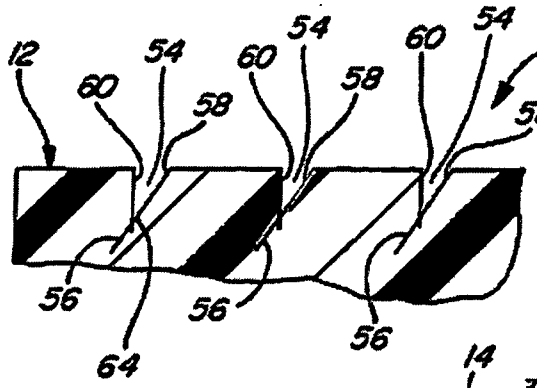


FIG-3

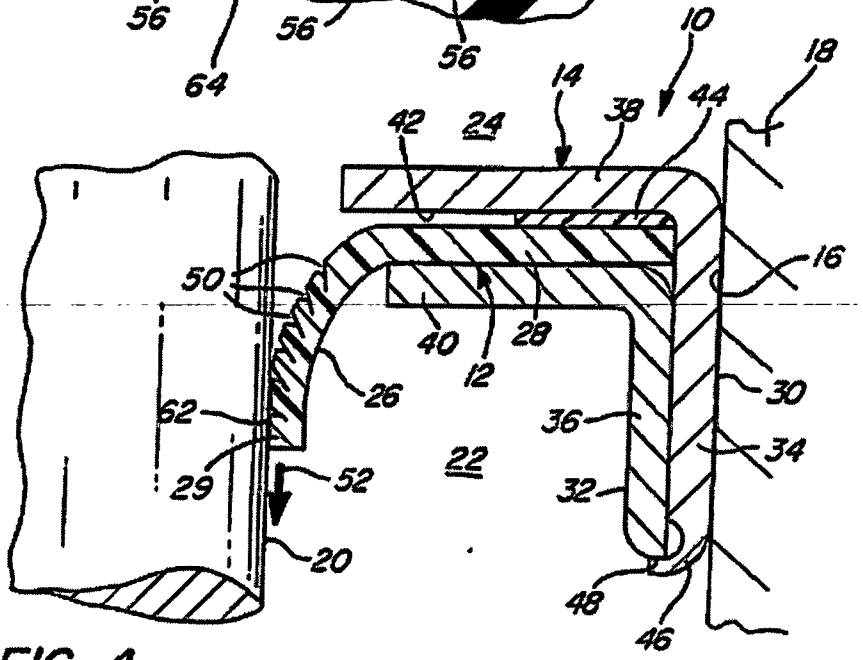


FIG-4

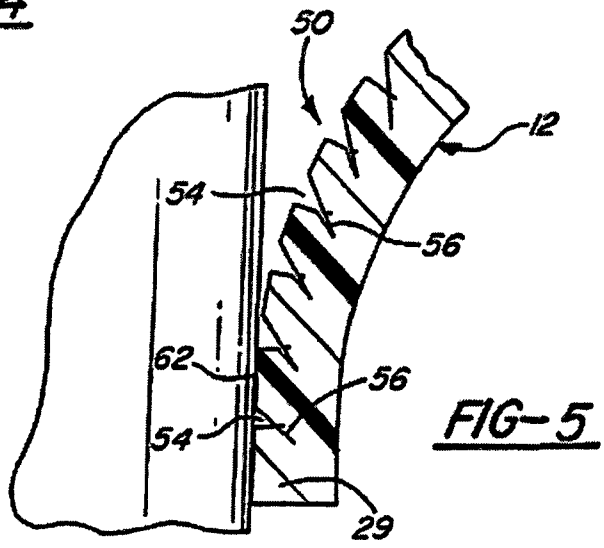


FIG-5

FIG-8

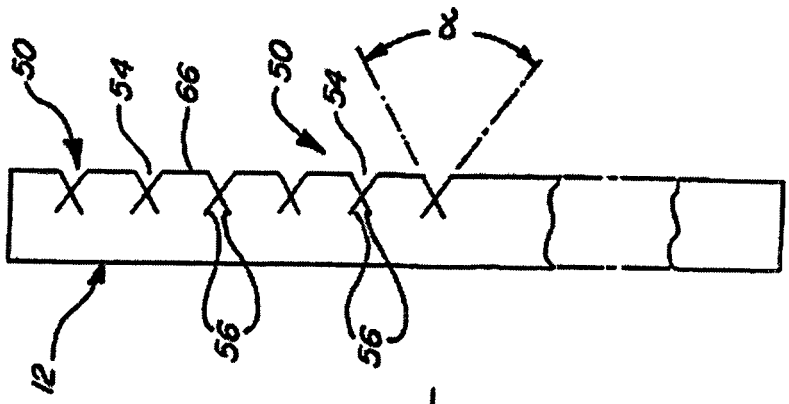


FIG-7

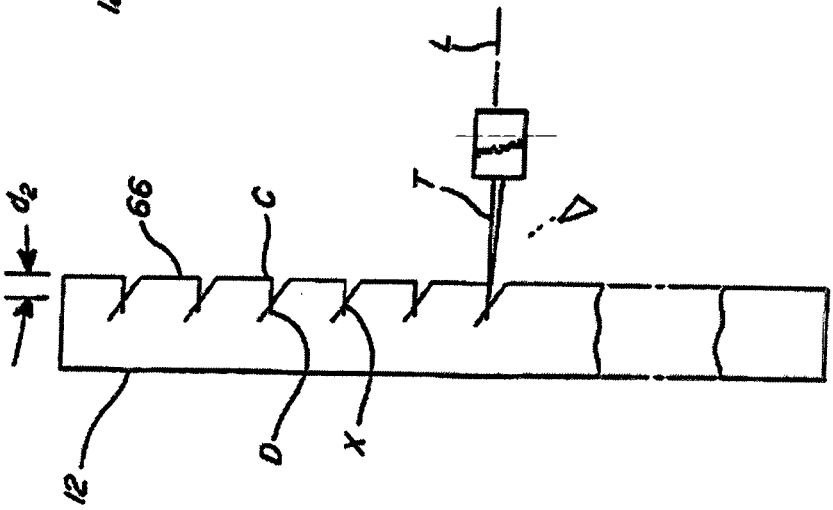


FIG-6

