



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

(51) Int Cl.:
F02F 1/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17153819.2**

(22) Anmeldetag: **30.01.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT**
38440 Wolfsburg (DE)

(72) Erfinder: **Urzua Torres, Paulo**
38446 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **Freischem & Partner Patentanwälte mbB**
Salierring 47-53
50677 Köln (DE)

(30) Priorität: **05.02.2016 DE 102016102079**

(54) **ZYLINDERLAUFFLÄCHE EINES ZYLINDERS EINER HUBKOLBENMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zylinderlauffläche eines Zylinders einer Hubkolbenmaschine mit Vertiefungen in Form von zueinander beabstandeten Riefen (16), wodurch zwischen benachbarten Riefen (16) Plateaus (20) gebildet sind und mit im Bereich der Plateaus (20) ausgebildeten Plateaurillen (18), wobei erste Plateaubereiche mit einer ersten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind und mindestens zweite Plateaubereiche mit einer zweiten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind, wobei die erste Orientierung und die zweite Orientierung voneinander abweichen.

reiche mit einer ersten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind und mindestens zweite Plateaubereiche mit einer zweiten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind, wobei die erste Orientierung und die zweite Orientierung voneinander abweichen.

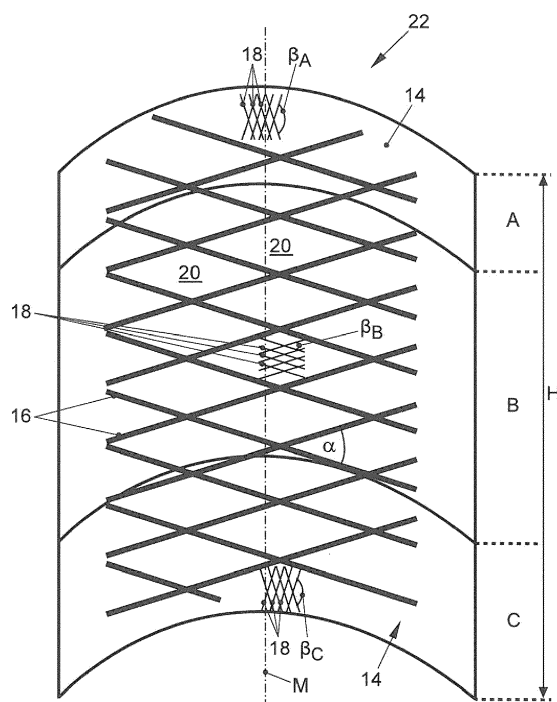


FIG. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zylinderlauffläche eines Zylinders einer Hubkolbenmaschine.

[0002] Aus DE 43 16 012 A1 ist ein Verfahren zur Fertigbearbeitung von Bohrungswandungen im Zylinder eines Verbrennungsmotors bekannt, gemäß welchem sich überkreuzende Vertiefungen in Form von Riefen in der Oberfläche durch Strahlbehandlung erzeugt werden sollen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Riefen abhängig von einem bereichsabhängigen Verschleiß innerhalb des Zylinders unterschiedlich orientiert sein können. In diesem Zusammenhang werden kleine Überschneidungswinkel der Riefen von 5° bis 30° im Bereich des oberen Totpunkts, etwas größere Überschneidungswinkel von 30° bis 60° in einem mittleren Bereich und parallele Riefen in Axialrichtung im Bereich des unteren Totpunkts vorgeschlagen. Es wird auch beschrieben, dass zwischen zwei Riefen jeweils mehrere Plateaurillen mit geringerer Tiefe angeordnet sein können. Auf eine bestimmte Orientierung der Plateaurillen und eine konkrete Anordnung zwischen Riefen und Plateaurillen wird nicht Bezug genommen. Eine Bearbeitung von Bohrungen mittels Plateauhonen wird als negativ beschrieben mit der Begründung, dass beim Plateauhonen ein Anpressdruck erforderlich sei, der zu Abweichungen im Bohrungsquerschnitt von der idealen Kreisform führen könne.

[0003] Aus DE 10 2007 032 370 A1 ist ein Verfahren zur Bearbeitung von Zylinderlaufflächen von Verbrennungsmotoren bekannt, das für die Erzeugung von als Honspuren bezeichneten, sich überkreuzenden Riefen eingesetzt wird. Es wird darauf hingewiesen, dass die Riefen derart angeordnet sein können, dass in verschiedenen Bereichen eines Zylinders (in Axialrichtung betrachtet) unterschiedliche Überschneidungswinkel (in dem Dokument als Honwinkel bezeichnet) zwischen den sich überkreuzenden Riefen gebildet sind. In einem Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, in einem oberen und einem unteren Bereich, welche den oberen und den unteren Totpunkt des Verbrennungsmotors einschließen und somit Umkehrbereiche des Kolbens sind, Überschneidungswinkel von 140° zu erzeugen und in einem mittleren Bereich Überschneidungswinkel von 50°. In einem anderen Ausführungsbeispiel wird eine umgekehrte Auswahl der Überschneidungswinkel beschrieben. Als mögliche Winkelunterschiede zwischen den Überschneidungswinkeln wird auf Winkelunterschiede von 10° bis 60° und auf 90° bis 110° oder darüber verwiesen, wobei keine Angabe dazu gemacht wird, wann welche Winkelunterschiede geeignet sein sollen.

[0004] Aus DE 196 07 774 A1 ist ein Verfahren zur honenden Bearbeitung von Zylinderlaufflächen von Hubkolben-Kraft- und Arbeitsmaschinen bekannt, gemäß welchem als Drallhonspuren bezeichnete Riefen und als Honspuren bezeichnete Plateaurillen erzeugt werden sollen. Hinsichtlich der Riefen werden große Überschneidungswinkel von 120° bis 170° vorgeschlagen. Hinsicht-

lich der Plateaurillen werden kleine Winkel von 30° bis 90° vorgeschlagen. Die Riefen und die Plateaurillen weisen jeweils über die gesamte Zylinderlauffläche die gleiche Orientierung auf.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zylinderlauffläche für eine Hubkolbenmaschine zur Verfügung zu stellen, mittels welcher ein besonders reibungsarmer Betrieb einer Hubkolbenmaschine ermöglicht wird.

[0006] Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Weitere praktische Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung sind in Verbindung mit den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0007] Eine erfindungsgemäße Zylinderlauffläche eines Zylinders für eine Hubkolbenmaschine, insbesondere eine Hubkolbenbrennkraftmaschine oder eine sonstige Hubkolbenarbeitsmaschine, beispielsweise eine Hubkolbenpumpe, weist Vertiefungen in Form von zueinander beabstandeten Riefen auf, wodurch zwischen benachbarten Riefen Plateaus gebildet sind. Mit zueinander beabstandeten Riefen ist gemeint, dass in Hochrichtung der Zylinderlauffläche betrachtet, d.h. parallel zur Mittelachse, zwei benachbarte Riefen einen Abstand zueinander aufweisen. Ferner weist die Zylinderlauffläche im Bereich der Plateaus ausgebildete Vertiefungen in Form von Plateaurillen auf, wobei erste Plateaubereiche mit einer ersten Orientierung von Plateaurillen ausgebildet sind und mindestens zweite Plateaubereiche mit einer zweiten Orientierung von Plateaurillen ausgebildet sind. Die erste Orientierung und die zweite Orientierung weichen dabei voneinander ab. Die genannten Riefen weisen üblicherweise eine größere Tiefe auf als die Plateaurillen. Die Erfindung macht sich ein durch Simulationsberechnungen ermitteltes Prinzip zunutze, gemäß welchem die Orientierung der Riefen von der Orientierung der Plateaurillen entkoppelt wird. So können beispielsweise in einer Ausführungsform der Erfindung an einer erfindungsgemäßen Zylinderlauffläche mit - über die gesamte Zylinderhöhe betrachtet - nur in einer Richtung orientierten Riefen oder mit nur in einer bestimmten Riefenstruktur mit sich in einem gleichbleibenden Überschneidungswinkel kreuzenden Riefen auf den zwischen den Riefen gebildeten Plateaus ausgebildete Plateaurillen bereichsbedingt in ersten Plateaubereichen in einer ersten Orientierung und in zweiten Plateaubereichen in einer zweiten Orientierung angeordnet sein. So kann durch eine geeignete Wahl der Orientierung der Plateaurillen die während des Betriebes der Hubkolbenmaschine auftretende Reibung minimiert werden.

[0008] Ebenso können an Zylinderlaufflächen mit sich in einem ersten Überschneidungswinkel kreuzenden Riefen auf Plateaus zwischen diesen Riefen Plateaurillen ausgebildet sein, die sich in einem anderen Überschneidungswinkel kreuzen und/oder in andere Art und Weise anders orientiert sind, z.B. indem die Mittelachse gegenüber dem ersten Überschneidungswinkel verschwenkt ist.

[0009] Die Erfindung trägt damit insbesondere der Tatsache Rechnung, dass in Zylindern von Hubkolbenmaschinen üblicherweise ein Hubkolben von der Zylinderlauffläche geführt wird und Schmiermittel, insbesondere Öl, zur Reibungsverringerung verwendet wird. Dadurch, dass der Hubkolben seine Bewegungsrichtung während des Betriebes von Hubkolbenmaschinen ständig ändert, bewegt er sich in einem mittleren Bereich mit relativ hohen Geschwindigkeiten, während er in den Umkehrbereichen punktuell zum Stillstand kommt bzw. nur mit geringen Geschwindigkeiten bewegt wird. Schmiermittel sammelt sich in den Riefen und Plateaurillen und soll reibungsverringern wirken, indem es ein Abgleiten des Kolbens an der Zylinderlauffläche mittels eines Schmierfilmes erleichtert. Mit einer erfindungsgemäßen Ausbildung einer Zylinderlauffläche kann die Reibung in einer Hubkolbenmaschine dadurch verringert werden, dass die Plateaurillen abhängig von der Geschwindigkeit des Kolbens in bestimmten Bereichen der Zylinderlauffläche mit Hilfe von Simulationsberechnungen optimiert werden. Es hat sich gezeigt, dass eine von der Orientierung der Riefen entkoppelte Optimierung der Orientierung der Plateaurillen zu einer deutlichen Reibungsverringerung beitragen kann. Insbesondere in den Umkehrbereichen ist die Orientierung der Plateaurillen von besonderer Bedeutung, da dort der Kolben nur mit sehr geringer Geschwindigkeit verfahren wird. In diesen Bereichen können durch eine geeignete Gestaltung der Plateaurillen - insbesondere unabhängig von der Orientierung der Riefen in diesem Bereich - besonders gute Ergebnisse hinsichtlich einer Reibungsverringerung erzielt werden.

[0010] Unter Riefen und Plateaurillen werden vorliegend insbesondere sich über den Umfang einer Zylinderlauffläche und zumindest über einen Höhenbereich erstreckende Vertiefungen verstanden, die beispielsweise durch Honen erzeugt werden können und bei gleichmäßiger Drehgeschwindigkeit und gleichmäßigem Vorschub des Werkzeugs wendelförmig an der Zylinderlauffläche ausgebildet sind. Dadurch ergeben sich in Hochrichtung des Zylinders betrachtet an jeder Stelle des Umfangs Riefen und Plateaurillen in gleichmäßigen Abständen zueinander. Durch Variation der Drehgeschwindigkeit und/oder des Werkzeugvorschubs können auch abweichende Gestaltungen erzeugt werden, insbesondere wellenförmige Muster von Riefen und/oder Plateaurillen.

[0011] Wie vorstehend bereits erwähnt, werden in der Praxis häufig sich kreuzende Riefen und Plateaurillen mit - zumindest in gewissen Bereichen - gleichbleibenden Überschneidungswinkeln an Zylinderlaufflächen ausgebildet. In Verbindung mit der Erfindung durchgeführte Simulationsberechnungen wurden insbesondere an Zylinderlaufflächen ermittelt, bei welchen in ersten Plateaubereichen und/oder in zweiten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel β überkreuzende Plateaurillen ausgebildet sind. Als Überschneidungswinkel β wird in diesem Zusammenhang derjenige Winkel verstanden, welcher in Hochrichtung des Zylinders zwischen zwei Plateaurillen ausgebildet ist und die auf die

Mittelachse des Zylinders senkrecht stehende, durch den Kreuzungspunkt der Plateaurillen verlaufende Ebene überstreicht. In ersten Plateaubereichen und in zweiten Plateaubereichen können unterschiedliche Überschneidungswinkel β und/oder zwar gleiche Überschneidungswinkel, aber die Plateaurillen in unterschiedlichen Ausrichtungen zur auf die Mittelachse senkrechten Ebene ausgebildet sein. Bei allen Varianten handelt es sich um voneinander abweichende Orientierungen im Sinne der Erfindung. Es wurde festgestellt, dass mit sich überkreuzenden Plateaurillen und/oder Riefen der Schmiermitteltransport zwischen einzelnen Plateaurillen bzw. Riefen verbessert und die Reibung reduziert ist. Besonders bevorzugt ist es, wenn sowohl für die Riefen als auch für die Plateaurillen sich überkreuzende Anordnungen gewählt werden, insbesondere mittels Plateauhöhen bei - innerhalb eines Bereichs - konstanter Drehgeschwindigkeit und konstantem Vorschub, so dass parallelgrammförmig ausgebildete Muster von Riefen und Plateaurillen entstehen.

[0012] Bei einer besonders reibungsarmen Zylinderlauffläche sind in den ersten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel β_A kreuzende Plateaurillen ausgebildet und in den zweiten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel β_B kreuzende Plateaurillen ausgebildet, wobei die Überschneidungswinkel einen Abstand von mindestens 30° zueinander aufweisen. Diese Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere in Verbindung mit Plateaurillen mit Überschneidungswinkeln gemacht worden, die symmetrisch zu senkrecht auf die Hochrichtung stehenden Ebenen (Querebenen) angeordnet sind. Sie ist jedoch unabhängig von dieser Ausrichtung realisierbar, d.h. auch in Verbindung mit gegenüber den Querebenen verdrehten Überschneidungswinkeln. Es hat sich gezeigt, dass es bevorzugt ist, wenn der Abstand der Überschneidungswinkel zueinander mindestens 55° und besonders bevorzugt mindestens 70° beträgt. Ein solcher Abstand zwischen den Überschneidungswinkeln hat sich als vorteilhaft erwiesen, um die Zylinderlauffläche an die sich insbesondere im Mittelbereich und in den Umkehrbereichen stark unterscheidenden Reibungskräfte zwischen der Zylinderlauffläche und dem Hubkolben anzupassen.

[0013] Wenn die ersten Plateaubereiche in mindestens einem Umkehrbereich des Zylinders angeordnet sind und/oder die zweiten Plateaubereiche in einem von dem Umkehrbereich abweichenden Mittelbereich angeordnet sind und die Plateaurillen in diesen Bereichen geeignet ausgebildet sind, ergibt sich ein besonders reibungsarmer Betrieb einer Hubkolbenmaschine. Dies gilt insbesondere für Zylinderlaufflächen, die in einen mittleren Bereich (oder mehrere mittlere Bereiche) mit hoher Kolbengeschwindigkeit und in Umkehrbereiche mit geringeren Kolbengeschwindigkeiten aufgeteilt sind. Mit dem Begriff Umkehrbereich ist vorliegend ein Bereich einer Zylinderlauffläche gemeint, der mindestens auch den oberen Totpunkt des ersten Kolbenrings oder unteren Totpunkt des untersten Kolbenrings (Ölabstreifring)

eines in dem Zylinder geführten Hubkolbens umfasst oder unmittelbar an diesen Bereich angrenzt. Ein solcher Bereich kann sich bei Kolben mit mehreren Kolbenringen beispielsweise ausgehend von dem jeweils äußersten Kolbenring, z.B. ausgehend von der Oberkante des obersten Kolbenrings eines Kolbens mit mehreren Kolbenringen im oberen Totpunkt, über das 0,5-fache bis 2-fache des Abstands von dem obersten Kolbenring bis zum untersten Kolbenring (Ölabstreifring) erstrecken.

[0014] Alternativ und/oder in Ergänzung kann ein Umkehrbereich auch ausgehend von der Oberkante des obersten Kolbenrings des Gesamthubs festgelegt werden, beispielsweise als maximal 5% des Gesamthubs (Arbeitshöhe H) von einem dieser Totpunkte. Durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten in den unterschiedlichen Bereichen, verändert sich die Reibung. Mit einer erfindungsgemäßen Ausbildung einer Zylinderlauffläche kann für jeden Bereich eine besonders geeignete Gestaltung der Plateaurillen realisiert werden, nicht nur unter Berücksichtigung von in diesen Bereichen ausgebildeten Riefen unter Berücksichtigung der Wechselwirkung mit den Riefen, sondern auch in Bezug auf die in diesen Bereichen auftretenden Kolbengeschwindigkeiten. Dies erfolgt besonders vorteilhaft durch die Anordnung erster Plateaubereiche mit Plateaurillen, die sich in einem Überschneidungswinkel β_A kreuzen, in Umkehrbereichen und durch die Anordnung zweiter Plateaubereiche mit Überschneidungswinkeln β_B in einem Mittelbereich. Die Zylinderlauffläche kann so an die Gestaltung und das Geschwindigkeitsprofil sowie an die Ausbildung der Riefen der Zylinderlauffläche optimal angepasst werden. Besonders bevorzugt ist es, wenn erste Plateaubereiche mit gleicher Gestaltung der Plateaurillen und/oder Riefen sowohl im oberen Umkehrbereich als auch im unteren Umkehrbereich angeordnet sind.

[0015] Als oberer Umkehrbereich, welcher den oberen Totpunkt des ersten Kolbenrings umfasst oder welcher in der Nähe des oberen Totpunkts angeordnet ist, wird bevorzugt gemäß der alternativen Definition ein sich entlang der Mittelachse M über eine Höhe von 2 bis 10% der gesamten Arbeitshöhe H des Hubkolbens erstreckender Bereich festgelegt. Als unterer Umkehrbereich, welcher den unteren Totpunkt des untersten Kolbenrings (Ölabstreifring) umfasst oder welcher in der Nähe des unteren Totpunkts angeordnet ist, wird bevorzugt ein sich entlang der Mittelachse M über eine Höhe von 5 bis 20% erstreckender Bereich ausgehend von dem unteren Totpunkt des untersten Kolbenrings (Ölabstreifring) festgelegt. Der Mittelbereich erstreckt sich demnach bevorzugt über eine Höhe von 60 bis 93% der Arbeitshöhe H zwischen den jeweiligen Umkehrbereichen.

[0016] In den durchgeführten Simulationsrechnungen hat es sich ebenfalls als besonders bevorzugt gezeigt, wenn die Plateaurillen derart ausgebildet sind, dass sich ein stumpfer Überschneidungswinkel β_A (d.h. ein Winkel zwischen 90° und 180°) in ersten plateauartigen Bereichen, insbesondere in einem Umkehrbereich, und/oder ein spitzer Überschneidungswinkel β_B (d.h. ein Winkel

zwischen 0° und 90°) in zweiten plateauartigen Bereichen, insbesondere in einem Mittelbereich, ergibt. Eine besonders deutliche reibungsverringende Wirkung stellt sich immer dann ein, wenn in mindestens einem Umkehrbereich Plateaurillen mit einem stumpfen Überschneidungswinkel ausgebildet sind. Es ist dabei dementsprechend besonders bevorzugt, wenn ein Überschneidungswinkel β_A mindestens 90° beträgt, weiter bevorzugt mindestens 100° und besonders bevorzugt mindestens 110° . Ein bevorzugter Wertebereich für β_A liegt zwischen 100° und 170° , weiter bevorzugt zwischen 110° und 150° und besonders bevorzugt zwischen 120° und 140° . Der Überschneidungswinkel β_B in einem Mittelbereich wird bevorzugt zwischen 10° und 50° gewählt, weiter bevorzugt zwischen 20° und 40° und besonders bevorzugt zwischen 25° und 35° .

[0017] Die eingangs bereits beschriebene Entkopplung ist besonders reibungsverringend, wenn die Orientierung der Plateaurillen mindestens in einem Teilbereich des Zylinders im Vergleich zu der Orientierung der diese Plateaurillen unmittelbar umgebenden Riefen zumindest teilweise abweichend ausgebildet ist. Damit sind alle Ausführungsformen gemeint, bei welchen die Richtung der Plateaurillen von der Richtung der die Plateaurillen unmittelbar umgebenden Riefen abweichend ist, insbesondere wenn die Riefen und Plateaurillen keinen gekrümmten Verlauf aufweisen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Riefen und Plateaurillen mittels Honen bei gleichbleibender Drehgeschwindigkeit und gleichbleibendem Werkzeugvorschub erzeugt werden. In diesem Fall verlaufen die Riefen und die Plateaurillen auf zwischen den Riefen gebildeten Plateaus nicht parallel.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weisen die Riefen einen Flächenanteil von mindestens 20% an der gesamten Zylinderlauffläche auf. Der Flächenanteil der Riefen an der gesamten Zylinderlauffläche beträgt bevorzugt 30% bis 60%. Unter dem Flächenanteil der Riefen wird vorliegend der Anteil an der gesamten Zylinderlauffläche verstanden, welcher Riefen umfasst.

[0019] Eine exemplarische Berechnung des Flächenanteils wird nachfolgend in Verbindung mit Fig. 3 erläutert. Der Flächenanteil der Riefen wird insbesondere durch die Anzahl der Riefen und durch die Breite der Riefen bestimmt. Je größer der Flächenanteil der Riefen ist, desto kleiner ist der Flächenanteil der Plateaus und damit die für Plateaurillen zur Verfügung stehende Fläche. Es sei darauf hingewiesen, dass anstelle des Flächenanteils auch annähernd der Wert Mr_2 einer Abbottkurve als Grundlage zur Berechnung des Flächenanteils der Riefen verwendet werden kann, wobei der Flächenanteil ungefähr dem Wert $(1-Mr_2)$ entspricht. Insoweit ist es vorteilhaft, wenn als Wert Mr_2 ein Maximum von 80% vorgegeben wird, bevorzugt ein Maximum von 70% und weiter bevorzugt ein Maximum von 60%. Der Flächenanteil der Riefen wird bevorzugt zwischen 20% und 50% gewählt.

[0020] Mit Riefen, die zumindest teilweise einen spitzen Überschneidungswinkel α aufweisen, wurden bei mehreren Simulationsrechnungen besonders gute Ergebnisse hinsichtlich einer Reibungsreduzierung erzielt. Dabei hat sich gezeigt, dass Überschneidungswinkel α von 20° bis 40° bevorzugt sind, solche von 25° bis 35° besonders bevorzugt sind, und solche zwischen 28° bis 32° weiter bevorzugt sind. Dies gilt vor allem für solche Zylinderlauflächen, bei denen die Riefen gleichbleibend über die gesamte Arbeitshöhe H des Hubkolbens mit dem gleichen Überschneidungswinkel α ausgebildet sind. In diesem Fall ergibt sich auch eine kostengünstige Herstellung, weil die Riefen über die gesamte Arbeitshöhe H gleichbleibend erzeugt werden. Eine Änderung oder komplizierte Programmierung von Werkzeugparametern ist in diesem Fall nicht erforderlich.

[0021] In einer weiteren praktischen Ausführungsform weisen sowohl die Riefen als auch die Plateaurillen im Mittelbereich jeweils einen spitzen Überschneidungswinkel α bzw. β auf. Insbesondere ist es einfach und kostengünstig, wenn die Überschneidungswinkel α der Riefen und die Überschneidungswinkel β der Plateaurillen im Mittelbereich gleich ausgebildet sind. In diesem Fall können Riefen und Plateaurillen im Mittelbereich - abgesehen von der Eindringtiefe - mit den gleichen Werkzeugwinkleinstellungen erzeugt werden.

[0022] Grundsätzlich kann eine wie vorstehend beschriebene geometrische Ausbildung einer Zylinderlaufläche zwar mit jedem geeigneten Verfahren flexibel erzeugt werden. Besonders bevorzugt und besonders kostengünstig ist es aber, wenn die Riefen und/oder die Plateaurillen durch honende Bearbeitung erzeugt sind. Insbesondere kann hier das sogenannte Plateauhonen in Form einer mehrstufigen honenden Bearbeitung erfolgen. Üblicherweise werden dabei in einer ersten Bearbeitungsstufe Riefen mit einer bestimmten Tiefe in einer Zylinderlaufläche erzeugt, wodurch zwischen zwei benachbarten Riefen Plateaus ausgebildet werden. In einer zweiten Bearbeitungsstufe werden dann Plateaurillen auf den Plateaus zwischen Riefen ausgebildet, wobei die Plateaurillen ebenfalls eine Tiefe aufweisen, die aber geringer ist als die Tiefe der Riefen. Der Vollständigkeit halber wird darauf verwiesen, dass sich zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Zylinderlaufläche auch andere mechanische und/oder optische Verfahren eignen, insbesondere Strahlverfahren, Ätzverfahren und Laserverfahren.

[0023] Neben der Orientierung der Riefen und Plateaurillen sowie den Überschneidungswinkeln können auch die Tiefe und die Breite der Riefen und der Plateaurillen variiert werden. Bezüglich der Tiefe von Riefen hat sich eine Tiefe von mindestens 1 μm als vorteilhaft erwiesen.

[0024] Ferner können Riefen und Plateaurillen mit unterschiedlichen Konturen (Querschnittsformen) erzeugt werden, so können die Riefen bzw. die Plateaurillen beispielsweise w-förmige, v-förmige, u-förmige oder rechteckige Querschnittsformen aufweisen. Dabei können nur

für Riefen und Plateaurillen in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Querschnittsformen gewählt werden.

[0025] Es können auch unterschiedliche Breiten sowohl der Plateaurillen als auch der Riefen gewählt werden. Auch diese können in verschiedenen Bereichen verschieden ausgebildet sein. Riefen weisen bevorzugt eine größere Breite auf als Plateaurillen.

[0026] Die Messung der Oberflächenbeschaffenheit von Zylinderlauflächen kann insbesondere mittels Laser, Profilometer oder Rastersondenmikroskop erfolgen. Zur Charakterisierung kann eine sogenannte Abbottkurve erstellt und analysiert werden. Dabei werden verschiedene, die Oberfläche charakterisierende Parameter ermittelt. Über diese Parameter, insbesondere die Kernrautiefe R_k , die reduzierte Spitzenhöhe R_{pk} , und die reduzierte Riefentiefe R_{vk} sowie den Materialanteil $Mr1$ sogenannter Spitzen und den Materialanteil $Mr2$ sogenannter Täler können Rückschlüsse auf die Oberflächenbeschaffenheit gezogen werden. Dabei stellt der Wert $Mr2$ ein Maß für den Flächenanteil der Riefen dar. Einzelne Werte einer sogenannten Abbottkurve können auch für die Herstellung von gewünschten Oberflächenbeschaffenheiten vorgegeben werden, insbesondere wenn die Herstellung mittels Plateauhonen erfolgt.

[0027] Vorliegend wurden besonders gute Zylinderlauflächen mit Oberflächen mit Parametern in den folgenden Wertebereichen erzielt, wobei die Wertebereiche einzelner Parameter sowohl für sich gesehen als auch in Kombination mit Wertebereichen anderer Parameter vorteilhaft sind:

- R_k : 0.05 - 0.4 μm , insbesondere 0,1 - 0,3 μm ,
- R_{pk} : ≤ 0.2 μm , insbesondere $\leq 0,1$ μm , bevorzugte Wertebereiche sind 0,04 μm - 0,14 μm , weiter bevorzugt 0,06 μm +/- 0,04 μm ,
- R_{vk} : 0.4 - 4.0 μm , insbesondere 0,8 - 3.0 μm .

[0028] Aus Simulationen und Versuchen wurde insbesondere folgende Anordnung von Riefen und Plateaurillen als besonders reibungsarm ermittelt:

- Flächenanteil der Riefen: 20 - 50 Prozent, insbesondere 30 - 50 Prozent oder alternativ: $Mr2=80$ - 50 Prozent, insbesondere 70 - 50 Prozent,
- Riefentiefe: 0,5 μm - 4 μm , insbesondere 1 μm - 3 μm und bevorzugt 2 μm +/- 0,5 μm ,
- Überschneidungswinkel im oberen Umkehrbereich: $\alpha = 30^\circ$ (+/- Toleranz), $\beta_A = 130^\circ$ (+/- Toleranz),
- Überschneidungswinkel im Mittelbereich: $\alpha = 30^\circ$ (+/- Toleranz), $\beta_B = 30^\circ$ (+/- Toleranz),
- Überschneidungswinkel im unteren Umkehrbereich: $\alpha = 30^\circ$ (+/- Toleranz), $\beta_A = 130^\circ$ (+/- Toleranz),
- Die vorstehend genannten Toleranzen, insbesondere für β_A , können bis zu 30° betragen. Sie betragen vorzugsweise 10°, besonders bevorzugt 5° und weiter bevorzugt 3°,
- Prozentuale Verteilung der Gesamthöhe H des Zylinders auf einen oberen Umkehrbereich, einen Mit-

telbereich und einen unteren Umkehrbereich: vorzugsweise wie vorstehend beschrieben, insbesondere ausgehend von dem oberen Totpunkt eines ersten Kolbenrings: das 0,5 bis 2-fache des Abstands zwischen dem ersten Kolbenring und dem untersten Kolbenring (Ölabstreifring) und/oder 5 Prozent +/- 3 Prozent für den oberen Umkehrbereich,

ausgehend von dem unteren Totpunkt eines untersten Kolbenrings (Ölabstreifring) das 0,5-fache bis 2-fache des Abstands zwischen dem ersten Kolbenring und dem untersten Kolbenring (Ölabstreifring) und/oder 10 Prozent +/- 5 Prozent für den unteren Umkehrbereich und den sich dazwischen ergebenden Bereich als Mittelbereich, d.h.

Gesamthub zuzüglich dem Abstand zwischen dem ersten Kolbenring und dem untersten Kolbenring abzüglich des oberen Umkehrbereichs und des unteren Umkehrbereichs oder bei prozentualer Definition: 85 Prozent +/- 5 Prozent für den Mittelbereich.

[0029] Weitere praktische Ausführungsformen der Erfindung sind nachfolgend im Zusammenhang mit den Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Ausschnitt eines Zylinderblocks zur Führung eines nicht dargestellten Kolbens einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einer Zylinderlauffläche in einer perspektivischen und teilweise geschnittenen Darstellung,
- Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des in Figur 1 mit II gekennzeichneten Ausschnitts,
- Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Zylinderlauffläche zur vergrößerten Darstellung von Riefen und Plateaurillen in der Zylinderlauffläche in einer schematischen Darstellung,
- Fig. 4 einen Ausschnitt einer sich über die Arbeitshöhe H erstreckenden Zylinderlauffläche der in Figur 1 gezeigten Hubkolbenbrennkraftmaschine mit hinsichtlich der Riefen und Plateaurillen unterschiedlich bearbeiteten Bereichen A, B und C in einer schematischen Darstellung und
- Fig. 5 eine exemplarische Darstellung eines Kolbens in seinem oberen Totpunkt und in seinem unteren Totpunkt zur Erläuterung einer alternativen Definitionsmöglichkeit von unterschiedlich bearbeiteten Bereichen A, B und C.

[0030] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Zylinderblocks einer Hubkolbenmaschine in Form einer Hubkolbenbrennkraftmaschine 10 dargestellt, die beispielsweise für den Antrieb eines Kraftfahrzeuges dienen kann. Der Zylinderblock weist eine Bohrung 12 zur Aufnahme und Führung eines nicht dargestellten Hubkolbens in einem

durch die Bohrung erzeugten Zylinder 22 auf. Die Bohrung 12 ist von einer Zylinderlauffläche 14 für den Hubkolben umgeben. Anhand der Figuren 2 bis 4 werden im Folgenden geometrische Gestaltungen von Ausführungsformen erfindungsgemäßer Zylinderlaufflächen 14 beschrieben.

[0031] Ein in eine Ebene abgerollter Ausschnitt der Zylinderlauffläche 14 gemäß dem mit 11 gekennzeichneten Ausschnitt in Figur 1 ist in Figur 2 dargestellt. Bei den dicken, parallel zueinander verlaufenden Linien in Figur 2 handelt es sich um Vertiefungen in Form von sich überkreuzenden Riefen 16. Zwischen den Riefen 16 ergeben sich Plateaus 20 (nachfolgend auch plateauartige Flächen genannt), die in der gezeigten Ausführungsform parallelgrammförmig ausgebildet sind. Auf diesen plateauartigen Flächen 20 sind Vertiefungen mit sich überkreuzenden Plateaurillen 18 in regelmäßigen Abständen angeordnet. Die Plateaurillen 18 umschließen ebenfalls parallelogrammförmig ausgebildete Teilflächen 26, die von den parallelogrammförmig ausgebildeten plateauartigen Flächen 20 überlagert sind. Die sich in Hochrichtung des Zylinders 22 erstreckende Höhe H_T der durch die Plateaurillen 18 gebildeten parallelogrammförmigen Teilflächen 26 ist vorliegend kleiner als die sich in Hochrichtung der Zylinders 22 erstreckende Höhe H_F der parallelogrammförmigen plateauartigen Flächen 20. Dadurch ist jedes durch Plateaurillen 18 gebildete Parallelogramm von mindestens einer Riefe 16 durchsetzt.

[0032] Die Darstellung gemäß Figur 2 wurde gewählt, um die Ausbildung und Anordnung der Riefen 16 und der Plateaurillen 18 schematisch in einer gemeinsamen Darstellung gut sichtbar zu machen. In der Praxis beträgt die Höhe H_F vorzugsweise ein Vielfaches der Höhe H_T , insbesondere mindestens das 3-fache, mindestens das 5-fache oder sogar mindestens das 10-fache. Bevorzugt werden die Plateaurillen 18 so angeordnet, dass sich zwischen der Höhe H_F und der Höhe H_T ein Faktor zwischen 3 und 20 ergibt. Unabhängig von der Art der Flächenformen werden die Plateaurillen 18 relativ zu den Riefen 16 vorzugsweise so angeordnet, dass durch die Plateaurillen 18 innerhalb einer plateauartigen Fläche 20 zwischen 10 und 1000 Teilflächen 26 gebildet sind, bevorzugt 15 bis 500 Teilflächen und besonders bevorzugt 20 bis 300 Teilflächen.

[0033] Die sich überschneidenden Riefen 16 sind in Querrichtung des Zylinders 22 jeweils mit einem Überschneidungswinkel α zueinander angeordnet. Die sich überschneidenden Plateaurillen 18 auf den plateauartigen Flächen 20 sind mit einem Überschneidungswinkel β zueinander angeordnet.

[0034] Figur 3 zeigt anhand einer schematischen Darstellung einer Zylinderlauffläche 14 eines Zylinders 22 die Geometrie der Zylinderlauffläche 14 im Querschnitt nach einer ersten Bearbeitungsstufe einer Plateauhonung (ganz rechts) und nach einer zweiten Bearbeitungsstufe einer Plateauhonung. Nach der zweiten Bearbeitungsstufe sind die plateauartigen Flächen 20 und die diese umgebenden Riefen 16 in dem in Figur 2 gezeigten

Zustand. Durch weitere Bearbeitungsstufen können noch glattere plateauartige Flächen 20 erzeugt werden.

[0035] Wie ganz rechts in Figur 3 angedeutet ist, werden in einer ersten Bearbeitungsstufe zunächst Riefen 16 in die Zylinderlauffläche 14 eingebracht, so dass sich ein gleichmäßiges zackenförmiges Profil mit zur Innenseite des Zylinders 22 ragenden Spitzen 24 und bereits mit der gewünschten Tiefe ausgebildeten Riefen 16 ergibt. Im vorliegenden Fall sind die Riefen 16 im Querschnitt v-förmig ausgebildet, und das Verhältnis zwischen der Tiefe der Riefen 16 und dem Abstand der parallel zueinander verlaufenden Riefen 16 in der zylindrischen Wand ist so gewählt, dass sich nach der ersten Bearbeitungsstufe ein zickzackförmiger Profilquerschnitt ergibt. Die Erfindung ist nicht auf diese Möglichkeit beschränkt. Es wird insoweit darauf hingewiesen, dass beliebige andere Formen, Tiefen und Abstände der Riefen 16 zueinander gewählt werden können, wodurch sich auch andere Querschnittsgeometrien ergeben können, beispielsweise zahnförmige Geometrien mit flankenartigen Abflachungen zwischen zwei benachbarten Riefen 16 und/oder w-förmige, u-förmige oder anders geformten Riefen (nicht dargestellt).

[0036] Wie links der - von rechts aus betrachtet - ersten Riefe 16 dargestellt, werden in einer zweiten Bearbeitungsstufe zwischen zwei Riefen 16 sich parallel zur Mittelachse M des Zylinders 22 erstreckende, plateauartige Flächen 20 erzeugt, in welchen die Plateaurillen 18 ausgebildet sind.

[0037] Anhand von Figur 3 wird nachstehend exemplarisch erläutert, wie der Flächenanteil der Riefen 16 zu verstehen ist und berechnet werden kann. Dabei wird in dem Beispiel davon ausgegangen, dass das Verhältnis von Riefen 16 zu Plateaus in dem in Figur 3 dargestellten linearen Querschnittsbereich repräsentativ für das Flächenverhältnis der gesamten Zylinderlauffläche ist. In der Praxis kann die Berechnung auch auf der Grundlage einer repräsentativen Teilfläche oder auf der Grundlage der gesamten Zylinderlauffläche erfolgen. Vorliegend wird der Flächenanteil der Riefen 16 im Bereich der Länge L bestimmt. Der Flächenanteil ergibt sich aus der Summe der einzelnen Breiten der Riefen 16 innerhalb des Bereiches dividiert durch die Länge des Bereiches L, d.h. $(R1+R2+R3/L)$. Als Breite wird dabei die Stelle mit der größten Breite der Riefe 16 definiert. R1 und R3 bezeichnen im gewählten Bereich die halbe Breite einer Riefe 16, wohingegen R2 die gesamte Breite der Riefe 16 angibt.

[0038] In Fig. 4 ist die Zylinderlauffläche 14 des Zylinders 22 aus Figur 1 über die gesamte Arbeitshöhe H dargestellt, wobei als Arbeitshöhe H in dieser Ausführungsform der Höhenbereich des Zylinders 22 angesehen wurde, über welchen sich bei bestimmungsgemäßer Verwendung der gezeigten Hubkolbenbrennkraftmaschine 10 der nicht dargestellte Hubkolben entlang der Zylinderlauffläche 14 auf- und abbewegt. Wie dargestellt, ist die Zylinderlauffläche 14 in drei Bereiche A, B und C unterteilt, wobei der Bereich A den oberen Totpunkt des

dargestellten Zylinders 22 einschließt und der Bereich C den unteren Totpunkt des dargestellten Zylinders 22 einschließt. Die Bereiche A und C sind daher Umkehrbereiche für den in dem Zylinder 22 geführten Kolben (nicht dargestellt). Der Bereich B ist entsprechend ein Mittelbereich. In Bezug auf die Geschwindigkeiten des nicht dargestellten Hubkolbens kann daher qualitativ festgehalten werden, dass der Hubkolben in dem Mittelbereich B die höchste Geschwindigkeit gegenüber der Zylinderlauffläche 14 erreicht, während er in den Umkehrbereichen A und C mit geringeren Geschwindigkeiten gegenüber der Zylinderlauffläche 14 verfahren wird. An dem oberen Totpunkt und an dem unteren Totpunkt sinkt die Geschwindigkeit sogar kurzzeitig auf null ab, wodurch eine hohe Haftreibung entsteht.

[0039] In den drei Bereichen A, B und C sind Riefen 16 und Plateaurillen 18 mit teilweise unterschiedlichen Überschneidungswinkeln α und β ausgebildet, wobei sowohl die Riefen 16 als auch die Plateaurillen 18 nur in Teilbereichen und nur schematisch als gerade Linien dargestellt sind. Tatsächlich erstrecken sich die Riefen 16 und Plateaurillen 18 wendelförmig über den gesamten Umfang der Zylinderlauffläche 14 mit einer konstanten Steigung in den jeweiligen Bereichen A, B und C. Auch diese können tatsächlich unterschiedlich ausgebildet sein, insbesondere wie im Folgenden erläutert.

[0040] In der gezeigten Ausführungsform weist die Zylinderlauffläche 14 über alle drei Bereiche A, B und C, d.h. über die gesamte Arbeitshöhe H, Riefen 16 mit einem konstanten Überschneidungswinkel α auf, der zwischen 20° und 40° gewählt wird, bevorzugt zwischen 25° und 35° und besonders bevorzugt zwischen 28° und 32° . In der gezeigten Ausführungsform ist ein Überschneidungswinkel α von 30° ausgebildet. Es hat sich gezeigt, dass Riefen-Überschneidungswinkel in diesen Wertebereichen den hydrodynamischen Druckaufbau unterstützen und der Festkörperkontakt, d.h. auch die Reibung, zwischen Hubkolben und der Zylinderlauffläche 14 reduziert wird.

[0041] Die Plateaurillen 18 sind in der gezeigten Ausführungsform abhängig von dem Bereich A, B oder C mit unterschiedlichen Überschneidungswinkeln β_A , β_B , β_C ausgebildet. In den Bereichen A und C wird vorzugsweise ein Überschneidungswinkel β_A und β_C von mindestens 90° gewählt, bevorzugt mindestens 100° und besonders bevorzugt mehr als 110° . Der Überschneidungswinkel β_B wird vorzugsweise zwischen 10° und 50° , bevorzugt zwischen 20° und 10° und besonders bevorzugt zwischen 25° und 35° gewählt. In der gezeigten Ausführungsform betragen die Überschneidungswinkel β_A und β_C 120° und der Überschneidungswinkel β_B 30° . Bevorzugt weisen die Riefen 16 und die Plateaurillen 18 im mittleren Bereich B aus arbeitstechnischen Gründen denselben Überschneidungswinkel α bzw. β_B auf. Für die Überschneidungswinkel β_A und β_C können aber auch voneinander abweichende Werte gewählt werden, insbesondere innerhalb der vorstehend genannten Wertebereiche.

[0042] Figur 5 zeigt einen Kolben 28, der in einem nur schematisch dargestellten Zylinder 22 mit einer Zylinderlauffläche 14 in seinem oberen Totpunkt (obere Darstellung) und in einem unteren Totpunkt (untere Darstellung) gezeigt ist. An dem Kolben 28 sind in erster Kolbenring 30, ein mittlerer Kolbenring 32 und ein unterster Kolbenring (Ölabstreifring) 34 zur Zylinderlauffläche 14 orientiert angeordnet. Der Abstand zwischen dem ersten Kolbenring 30 und dem untersten Kolbenring 34 ist mit Z gekennzeichnet. Ein oberer Umkehrbereich erstreckt sich vorzugsweise in einem Bereich von dem Pfeil O in Richtung des Pfeils A über eine Länge von 0,5Z bis 2Z.

[0043] Optional kann auch ein Bereich C als unterer Umkehrbereich festgelegt werden. Ein solcher Umkehrbereich erstreckt sich vorzugsweise ausgehend von dem Pfeil U, welcher die Position des untersten Kolbenrings 34 im unteren Totpunkt kennzeichnet um 1Z bis 4Z nach oben, insbesondere um 2Z.

[0044] Insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen kann es geeignet sein, die Umkehrbereiche A, C von dem mit O gekennzeichneten Bereich aus nach oben und/oder von dem mit U gekennzeichneten Bereich nach unten - ggf. bis an den oberen bzw. unteren Rand des Zylinders genauso zu bearbeiten wie in den jeweils angrenzenden Bereichen A bzw. C.

[0045] Der Mittelbereich B erstreckt sich in diesem Fall zwischen den Bereichen A und C.

[0046] Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein. Die Erfindung kann im Rahmen der Ansprüche und unter Berücksichtigung der Kenntnisse des zuständigen Fachmanns variiert werden.

Bezugszeichenliste

[0047]

10	Hubkolbenbrennkraftmaschine
12	Bohrung
14	Zylinderlauffläche
16	Riefen
18	Plateaurillen
20	plateauartige Fläche / Plateau
22	Zylinder
24	Spitzen
26	Teilflächen
28	Kolben
30	erster Kolbenring
32	mittlerer Kolbenring
34	unterster Kolbenring (Ölabstreifring)
α	Überschneidungswinkel von Riefen
β	Überschneidungswinkel von Plateaurillen

Patentansprüche

1. Zylinderlauffläche eines Zylinders einer Hubkolbenmaschine mit Vertiefungen in Form von zueinander beabstandeten Riefen (16), wodurch zwischen benachbarten Riefen (16) Plateaus (20) gebildet sind und mit im Bereich der Plateaus (20) ausgebildeten Vertiefungen in Form von Plateaurillen (18),
dadurch gekennzeichnet,
dass erste Plateaubereiche mit einer ersten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind und mindestens zweite Plateaubereiche mit einer zweiten Orientierung von Plateaurillen (18) ausgebildet sind, wobei die erste Orientierung und die zweite Orientierung voneinander abweichen.
2. Zylinderlauffläche nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den ersten Plateaubereichen und/oder in den zweiten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel (β) überkreuzende Plateaurillen (18) ausgebildet sind.
3. Zylinderlauffläche nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den ersten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel (β_A) kreuzende Plateaurillen (18) ausgebildet sind und in den zweiten Plateaubereichen sich in einem Überschneidungswinkel (β_B) kreuzende Plateaurillen (18) ausgebildet sind, wobei die Überschneidungswinkel einen Abstand von mindestens 30° zueinander aufweisen.
4. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Plateaubereiche in mindestens einem Umkehrbereich (A, C) des Zylinders (22) angeordnet sind und/oder dass die zweiten Plateaubereiche in einem von den Umkehrbereichen (A, C) abweichenden Mittelbereich (B) angeordnet sind.
5. Zylinderlauffläche nach einem der beiden vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plateaurillen (18) derart ausgebildet sind, dass sich ein stumpfer Überschneidungswinkel (β_A) und/oder ein spitzer Überschneidungswinkel (β_B) ergibt.
6. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Orientierung der Plateaurillen (18) mindestens in einem Teilbereich des Zylinders (22) im Vergleich zu der Orientierung der diese Plateaurillen (18) unmittelbar umgebenden Riefen (16) zumindest teilweise abweichend ausgebildet ist.
7. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass die Riefen (16) einen Flächenanteil von mindestens 20 Prozent an der gesamten Zylinderlauffläche (14) aufweisen.

8. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Riefen (16) zumindest teilweise einen spitzen Überschneidungswinkel (α) aufweisen. 5
9. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Riefen (16) und die Plateaurillen (18) in einem Mittelbereich (B) jeweils einen spitzen Überschneidungswinkel (α , β) aufweisen. 10
10. Zylinderlauffläche nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Riefen (16) und/oder die Plateaurillen (18) durch honende Bearbeitung erzeugt sind. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

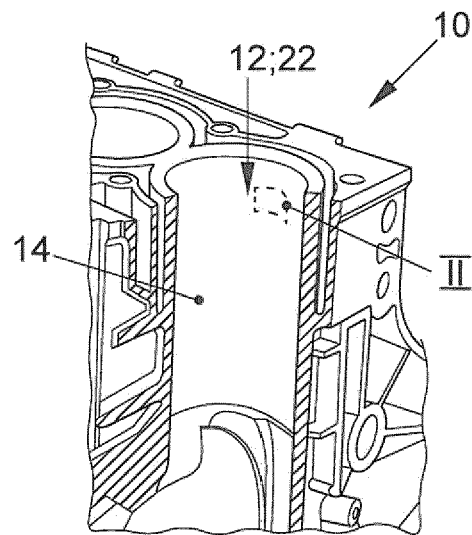


FIG. 1

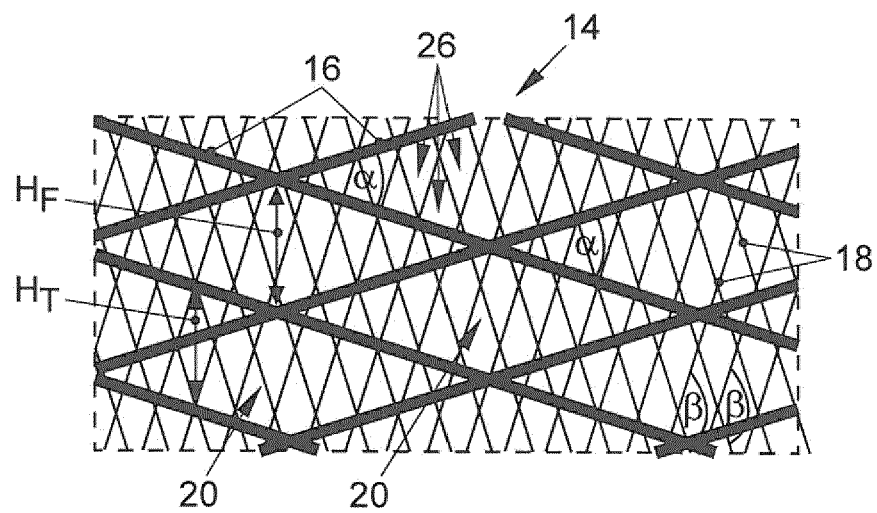


FIG. 2

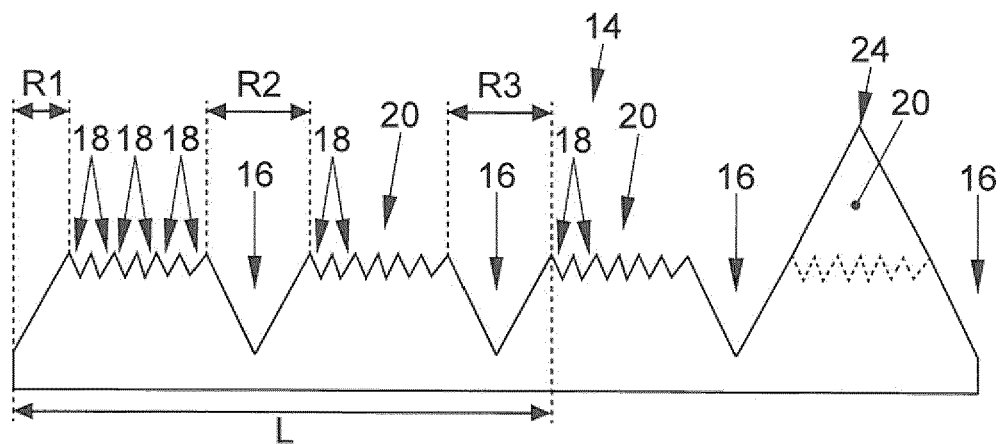


FIG. 3

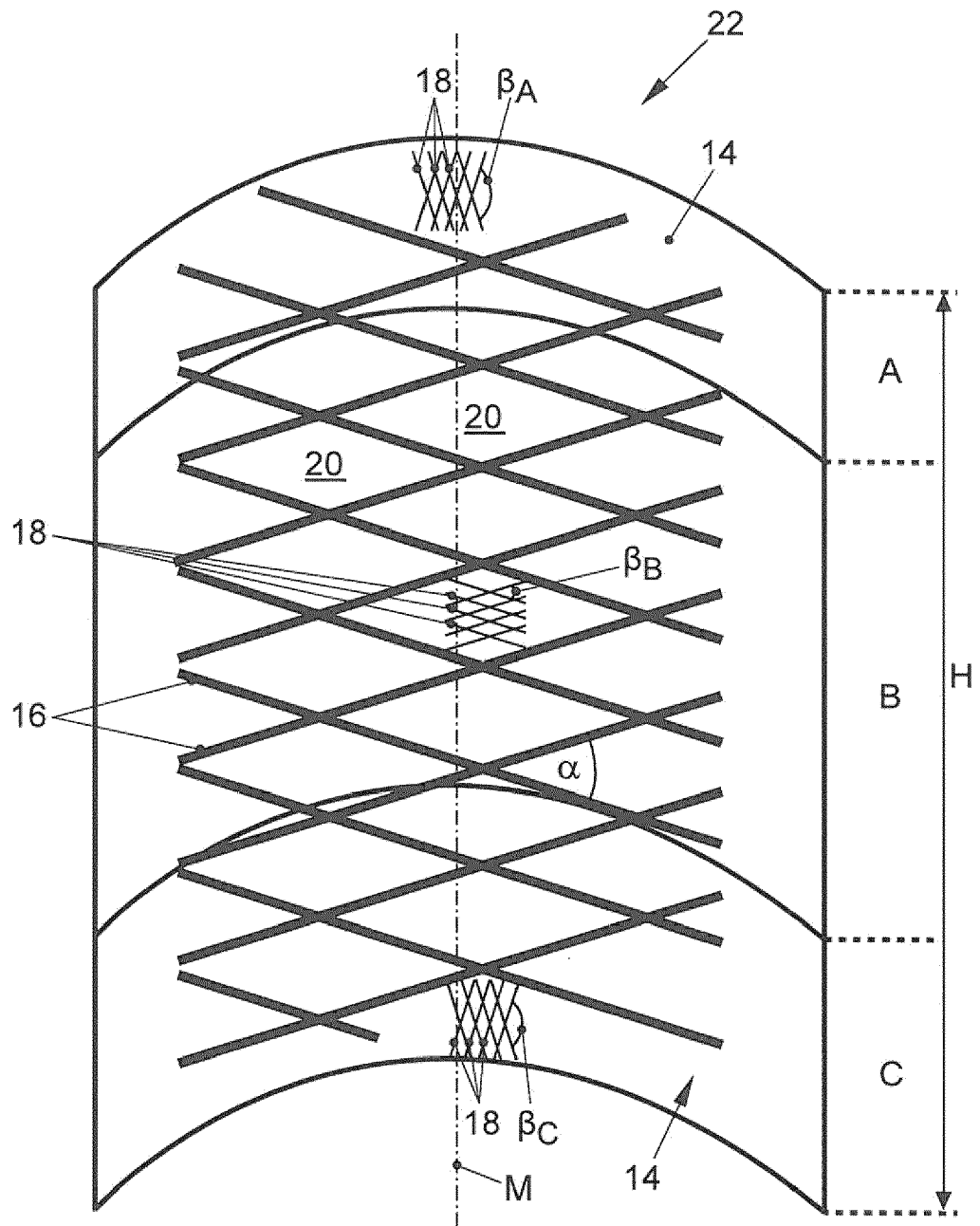


FIG. 4

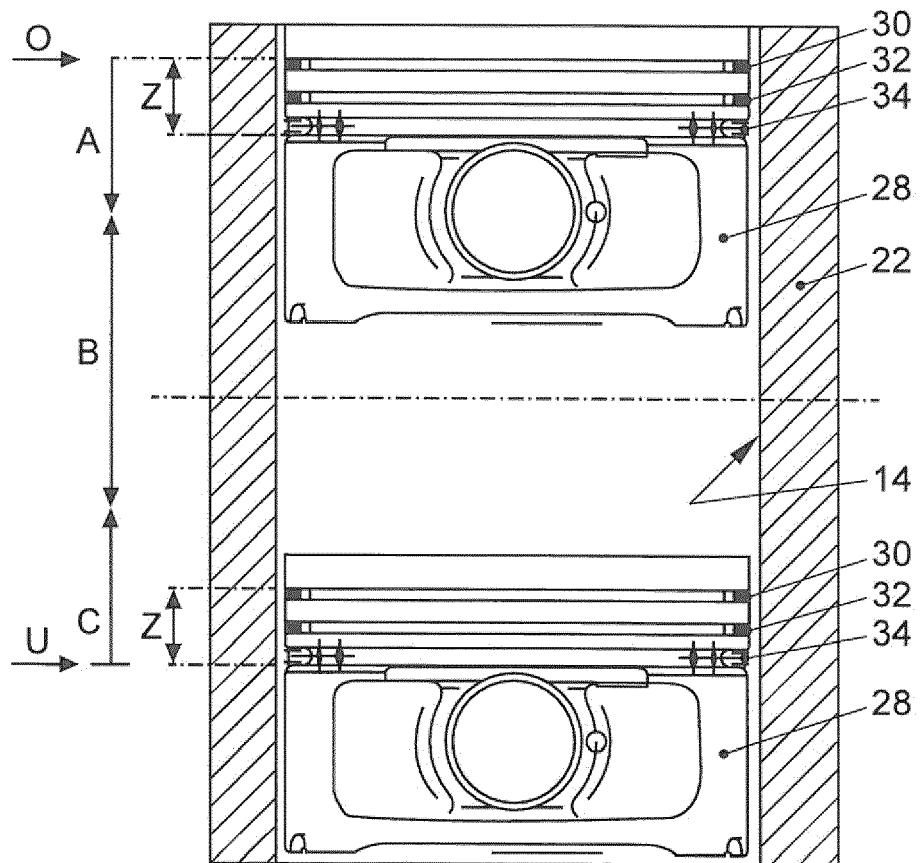


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 15 3819

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 43 16 012 A1 (GEHRING GMBH & CO MASCHF [DE]) 17. November 1994 (1994-11-17) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	INV. F02F1/20
Y	DE 196 07 774 A1 (NAGEL MASCH WERKZEUG [DE]) 4. September 1997 (1997-09-04) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	
Y	JP S59 196954 A (RIKEN KK) 8. November 1984 (1984-11-08) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02F B24B F16J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. Juni 2017	Prüfer Matray, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 3819

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-06-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	DE 4316012	A1	17-11-1994	DE 4316012 A1		17-11-1994
				FR 2705262 A1		25-11-1994
				GB 2278563 A		07-12-1994
				JP 2683502 B2		03-12-1997
				JP H0740068 A		10-02-1995
				US 5630953 A		20-05-1997
20	DE 19607774	A1	04-09-1997	KEINE		
	JP S59196954	A	08-11-1984	KEINE		

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4316012 A1 [0002]
- DE 102007032370 A1 [0003]
- DE 19607774 A1 [0004]