

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 364 028
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 89202500.8

(51) Int. Cl.⁵: **F01L 1/04 , B22F 3/12 ,**
B22F 7/08

(22) Anmeldetag: 05.10.89

(30) Priorität: 10.10.88 DE 3834401

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.90 Patentblatt 90/16

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder: **SINTERSTAHL Gesellschaft m.b.H.**
Hiebelerstrasse 4
D-8958 Füssen(DE)

(72) Erfinder: **Knöss, Walter, Dipl.-Ing.**
Edelweissstrasse 24
D-8958 Füssen-Weissensee(DE)

(74) Vertreter: **Lohnert, Wolfgang, Dr.**
Metallwerk Plansee GmbH
A-6600 Reutte, Tirol(AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle, bei dem auf einer vorgefertigten rohrförmigen Welle einzelne Nocken nachträglich aufgebracht werden. Derartige Verfahren gewinnen angesichts der Vielventiltechnik im Kraftfahrzeugbau zunehmend an Bedeutung gegenüber den bis heute noch überwiegend angewandten Verfahren des Gießens und anschließenden Drehens und Schleifens von Nockenwellen. Im Unterschied zu bekannten Verfahren, nach denen fertige Nocken mittels verschiedener Techniken auf eine vorgefertigte rohrförmige Welle aufgebracht werden, wird gemäß Erfindung pulverförmiges Nockenmaterial direkt auf die vorgefertigte rohrförmige Welle aufgebracht und aufgesintert. Bei diesem Verfahren ist die Verwendung von nur einmal verwertbaren Preßhüllen wesentlich, welche vorzugsweise nach dem Kunststoff-Blasformverfahren hergestellt werden. Neben der Wirtschaftlichkeit besitzt dieses Verfahren die Vorteile größerer Gestaltungsmöglichkeit hinsichtlich Formgebung und Werkstoff-Auswahl.

EP 0 364 028 A1

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ROHRFÖRMIGEN NOCKENWELLE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, bei dem auf einer vorgefertigten rohrförmigen Welle einzelne Nocken nachträglich aufgebracht werden.

Nockenwellen werden üblicherweise massiv gegossen; die Nocken selbst werden durch Drehen und Schleifen auf Sollmaß gebracht. In den letzten Jahren wurden im Hinblick auf die Mehrventiltechnik leichte und hohlförmige Nockenwellen gefordert. Dies begünstigt konstruktiv die zentrale Schmierung und erlaubt Materialeinsparungen. In jüngster Zeit gibt es praktische Ansätze dafür, die Nockenwellen aus einzelnen Segmenten zusammenzusetzen. Dabei werden einzelne, rohrförmige Wellensegmente mit bereits fertig bearbeiteten Nocken zur Gesamtwelle zusammengesetzt, oder aber es werden einzelne Nocken auf ein einstückiges Wellenrohr aufgebracht und mit diesem durch Kleben, Löten oder mechanisch verbunden. Für das Verbinden von hohlförmiger Welle und vorgefertigten Nocken sowie eventuell von Lagerelementen, sind eine Vielzahl von Verfahren vorbeschrieben.

Am gebräuchlichsten sind

- das Aufschrupfen der Nocken auf die rohrförmige Welle,
- das Auffädeln der Nocken auf die Welle und das anschließende Aufweiten des Rohres über geeignete Druckmittel, z. B. mittels einer explosionsartigen Hochgeschwindigkeitsumformung (DE-AS 22 32 438),
- das thermische Aufweiten unter gleichzeitigem Stauchen des Rohres mittels an den Enden angebrachter Spannbacken (DE-OS 34 31 361), oder auch
- eine Kombination von Aufschrupfen der Nocken und elastischem Aufweiten der rohrförmigen Welle (DE-AS 26 57 479).

Als spezifisches Verfahren zum Aufbringen der Nocken auf der Welle ist u. a. das Auflöten in Verbindung mit dem Rohraufweiten vorbeschrieben (DE-OS 34 31 361). Dabei werden dort zur Erhöhung der Klemmwirkung sowie zur Erzielung einer hochfesten Lötverbindung, die Nocken an ihrer Innenumfangsfläche mit einer Kerbverzahnung versehen.

Derartige Techniken erhalten immer größere Bedeutung, weil die Automobilindustrie wegen der verschärften Abgasforderung zunehmend Motorentwicklungen mit vier oder mehr Ventilen pro Zylinder auf den Markt bringt und damit die Zahl der Nocken pro Welle bzw. pro Verbrennungskraftmaschine entsprechend erhöht wird. Gegossene und mittels Drehen und Schleifen fertig bearbeitete

Nockenwellen sind gegenüber Nockenwellen mit aufgesteckten Nocken in der Herstellung heute noch wirtschaftlicher. Die neue Technologie der zusammengesetzten Nockenwelle bringt aber wesentliche Vorteile hinsichtlich konstruktiver Weiterentwicklung der nockenwellengesteuerten Brennkraftmaschine sowie hinsichtlich der Werkstoffauswahl und Formgebung für die Nockenwelle.

Eine gegossene Nockenwelle besteht aus einem einheitlichen Werkstoff. Die einem besonderen Verschleiß ausgesetzten Nocken werden häufig zusätzlich oberflächenbehandelt bzw. erhalten eine besonders verschleiß- und abriebfeste Oberflächenschutzschicht. Demgegenüber können bei rohrförmigen Wellen mit aufgesetzten Nocken für beide Teile unterschiedliche Werkstoffe eingesetzt werden (DE-OS 23 36 241).

In der besagten Offenlegungsschrift wird beispielsweise ausgeführt, für die auf die rohrförmige Welle aufgesetzte Nocken gesinterte, sintergeschmiedete, gegossene, fließgepreßte, gestanzte oder auch gedrehte und gefräste Teile zu verwenden und diese durch Kleben, Schweißen, Hartlöten, Schrumpfen oder Dehnen fest mit der Welle zu verbinden.

Ein Nachteil aller vorbeschriebenen Verfahren zum nachträglichen Aufbringen von Nocken auf eine Welle ist die Schwierigkeit, bzw. der große technische Aufwand zur Vorbearbeitung der Nocken und zu deren genauer Positionierung und Fixierung auf der Welle. Die Verfahrensabstimmung des Aufweitens bzw. des Aufschrupfens im Hinblick auf die für die rohrförmige Welle sowie für die Nocken vorteilhafterweise verwendeten Materialien ist ebenfalls noch nicht technisch ausreichend gelöst. Die Werkstoff-Auswahl erfordert große Kompromisse.

Schließlich bedeutet ein Aufweiten der rohrförmigen Welle in der Regel ein Fließen des Materials und somit die Ausbildung unterschiedlicher Wandstärken in Teilbereichen der rohrförmigen Welle. Diese Gesichtspunkte sind bei der Dimensionierung der Rohrwandstärke angemessen zu berücksichtigen, d. h. es müssen zur Gewährleistung ausreichender Festigkeitseigenschaften relativ dickwandige Rohre eingesetzt werden. Das aber läuft dem Bemühen nach möglichst leichten Nockenwellen für kraftstoffsparende Brennkraftmaschinen entgegen.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist danach die Bereitstellung eines gegenüber dem Stand der Technik technisch weniger aufwendigen und damit wirtschaftlicheren Verfahrens zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle unter Verwendung einer vorgefertigten rohrförmigen Welle, auf die nachträglich Nocken und eventuell andere Lager- oder

Verschleißteile aufgebracht werden. Das erfinderische Verfahren soll insbesondere den Bau sehr leichter Nockenwellen mit möglichst dünnwandigen Wellen ermöglichen. Auswahlkriterien für die Werkstoffe bei Welle und Nocken sollen vornehmlich eine Optimierung der geforderten und in einzelnen Bereichen der Nockenwelle unterschiedliche mechanische Festigkeiten und Verschleißfestigkeiten sein, ohne Kompromisse mit Rücksicht auf die bis heute nur dann gegebene Herstellbarkeit.

Diese Aufgabe wird gemäß Erfindung dadurch gelöst, daß das Nockenmaterial als Pulver auf die vorgefertigte, rohrförmige Welle aufgepreßt und aufgesintert wird, daß die Welle und das Nockenmaterial in eine verlorene Preßhülle eingebracht und in dieser Anordnung mittels eines Druckmediums isostatisch gepreßt werden und daß weiterhin das Druckmedium während des Preßvorganges freien Zutritt zum Rohrinneeren erhält.

Bevorzugte Verfahren gemäß Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

Das erfinderische Verfahren wird vornehmlich zur Herstellung metallischer Nockenwellen verwendet, ist aber nicht auf diese Ausführungen beschränkt. Insbesondere für die Ausbildung der Nocken ist die Verwendung von Hartmetallen, von metallkeramischen oder auch rein nichtmetallischen Materialien denkbar.

Es ist in Anwendung bekannter Techniken ferner denkbar, in die Preßhülle im Bereich der Nocken zunächst ein Material A in Form einer vergleichsweise dünnen Schicht einzubringen und dann den Nockenbereich der Preßhülle mit einem pulverförmigen Material B aufzufüllen. Das Material A kann beispielsweise in einer Mischung mit einem später ausdampfbaren Haftungsmedium in die Preßform eingespritzt oder auch in Form metallischer Tücher, d. h. in Form eines Gemisches aus verschleißfestem Material und elastischem, ausdampfbarem Bindematerial, eingebracht werden.

Das Kunststoff-Blasverfahren ist heute ein weitverbreitetes wirtschaftliches Verfahren, nach dem eine Vielzahl von Kunststoffen, insbesondere Polyäthylene, in eine schlauchartige Rohform extrudiert und diese in noch nicht ausgehärtetem Zustand anschließend mittels Preßluft gegen eine Formwerkzeugwand gepreßt und ausgehärtet werden. Bei der Auswahl der für eine Preßhülle geeigneten Kunststoffe ist selbstverständlich auf für den Pulverpreßvorgang ausreichende Elastizität und Festigkeit zu achten, denn derartige in der Pulvermetallurgie verbreitete Preßverfahren erfolgen bei Preßdrücken zwischen 500 und 4000 bar. Das Druckmedium ist vornehmlich Wasser. Das ergibt eine mittlere Preßschrumpfung des in die Hülle eingeschütteten und durch Rütteln leicht vorverdichteten Pulvermaterials von größenordnungsmäßig 15 - 25 %.

Bei der dimensionsmäßigen Auslegung der Hüllenform ist der Tatsache ausreichend Rechnung zu tragen, daß die auf die vorgefertigte Welle aufgepreßten Nocken-Grünlinge während der anschließenden Sinterung um weitere 15 - 20 % ihres Volumens schrumpfen. Die Preßhülle ist weiterhin so zu dimensionieren, daß diese außerhalb der Nockenbereiche formschlüssig an der rohrförmigen Welle anliegt und damit eine unerwünschte Exzentrizität der Nockenwelle vermieden wird.

Um für den Preßvorgang sicherzustellen, daß die Preßhülle dicht auf der äußeren Oberfläche der Welle an deren Enden aufliegt und gleichzeitig gewährleistet ist, daß das Druckmedium während des Preßvorganges ungehinderten Zutritt zum Inneren der rohrförmigen Welle erhält, wird die Preßhülle vorteilhafterweise mittels einer metallischen Manschette mechanisch auf der Wellenoberfläche im Endenbereich aufgeklammert.

Der ungehinderte Zugang des Druckmediums zum Rohrinneeren während des Preßvorganges ist wünschenswert, einmal, um bei den hohen Druckbeaufschlagungen während des Pressens das vergleichsweise dünnwandige Wellenrohr nicht zu verformen, zum anderen um sicherzustellen, daß das Aufpressen des Nockenmaterials auf die vorgefertigte Welle preßtechnisch ein einseitiges Aufpressen und Verdichten ist. Das erleichtert eine ausreichend gleichförmige Pulververdichtung und die Einhaltung der gewünschten Grünlingsabmessungen.

Die Endenbereiche der vorgefertigten rohrförmigen Welle, d. h. die Abschnitte zwischen Wellenende und erster Nocke, müssen ausreichend lang sein, um einen pulverdichten Abschluß zwischen Preßhülle und Wellenoberfläche zu ermöglichen. Es kann daher erforderlich sein, die zunächst überdimensionierte rohrförmige Welle nach dem Preßvorgang abzulängen.

Alternativ oder auch ergänzend können auf der Nockenwelle im Anschluß an den erfinderischen Preßvorgang separat zu Grünlingen verpreßte Wellenenden beliebiger Ausgestaltung auf die Welle auf- oder in diese eingeschoben und in einem gemeinsamen Sinterprozeß mit den Nocken auf die Welle aufgesintert und über Diffusionsverbindungen materialschlüssig mit der Welle verbunden werden.

Nach einer besonderen Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens wird eine vorgefertigte rohrförmige Welle aus einem vergleichsweise duktilen und fließfähigen Material, z. B. Kupfer, verwendet und die Form der verlorenen Preßhülle so dimensioniert, daß pulverförmiges Nockenmaterial auch im Bereich zwischen einzelnen Nocken als Schicht auf die Welle aufgepreßt und anschließend aufgesintert wird.

Bei dem so entstehenden "doppelwandigen Rohr" wird in der Regel die Biegefestigkeit der Nocken-

welle durch die äußere Wandung bestimmt. Vorteilhafterweise wird in diesem Fall die Welle während des isostatischen Pressens gegen Verzug geschützt, indem während dieses Verfahrensschrittes zumindest abschnittsweise perforiertes Stahlrohr paßgenau in die vorgefertigte rohrförmige Welle eingeführt wird. Die Perforation erlaubt den Durchtritt des Preßmediums zur inneren Rohroberfläche der vorgefertigten Welle.

Über das erfinderische Verfahren läßt sich eine "near net shape" Formgebung erzielen, d. h. die so vorgefertigte Nockenwelle muß nach dem Sintern nur noch in einem abschließenden Schleifprozeß auf die geforderte Oberflächengüte und auf die Endabmessungen innerhalb der erlaubten Dimensionstoleranzen gebracht werden.

Entsprechend dem verwendeten Begriff "verlorene Preßhülle" wird die Kunststoff-Preßhülle nach dem Preßvorgang vom Preßling abgelöst bzw. abgebrannt und ist nicht wiederverwertbar. Der anschließende Sintervorgang erfolgt nach bekannten Verfahren. Um Sinterverzug zu vermeiden und dennoch wirtschaftlich zu arbeiten, werden die Nockenwellen vorteilhafterweise senkrecht hängend gesintert. In Ausnahmefällen ist nach dem Sintern eine Werkstoff-Nachbehandlung zur Wiederherstellung der durch das Sintern verlorengegangenen mechanischen Wellenmaterial-Eigenschaften erforderlich.

Die rohrförmige vorgefertigte Welle wird vornehmlich zylinderförmig sein. Sie kann aber auch im Querschnitt die Form eines polygonalen Vieleckes aufweisen.

Die vorgefertigte Welle wird vor dem Aufpressen des Pulvermaterials vorteilhafterweise entsprechend dem bekannten Stand der Technik vorbehandelt, um das Aufsintern des aufgepreßten Nockenmaterials unter Diffusionsbindung mit dem Wellenmaterial zu erleichtern. Solche Maßnahmen sind beispielsweise das Sandstrahlen oder das Phosphatisieren der Oberfläche.

Zur Verminderung mechanischer Spannungen zwischen den unterschiedlichen Materialien für Nocken und rohrförmige Welle kann die Ausgestaltung einer Zwischenschicht aus einem dritten Werkstoff vorteilhaft sein. Mechanische Spannungen können zu Rissen, ungünstigstenfalls zum Ablösen der Nocken von der Welle führen. Das Zwischenschichtmaterial sollte bezüglich Schrumpfverhalten und thermischer Ausdehnungskoeffizient in seinen Eigenschaften zwischen denen des Nocken- und des Wellenmaterials liegen oder aber selbst hohe Duktilität und Fließfähigkeit besitzen. Derartige Zwischenschichten lassen sich beispielsweise vor dem Einführen in die Preßhülle auf Teilbereiche der vorgefertigten Welle aufspritzen, auftragen oder als geformtes Blech paßgenau aufschieben.

Der wesentliche Vorteil des vorliegenden erfin-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

derischen Verfahrens gegenüber dem bekannten Stand der Technik zur Herstellung rohrförmiger Nockenwellen unter Verwendung eines vorgefertigten Wellenrohres liegt in der wirtschaftlicheren Fertigung bei im Unterschied zum Stand der Technik praktisch nicht eingeschränkter Materialauswahl. Der wirtschaftliche Vorteil des erfinderischen Verfahrens rührt einmal daher, daß sich verlorene Preßhüllen kostengünstig nach dem Kunststoff-Blasformverfahren und doch mit großer maßlicher Reproduzierbarkeit und Qualitätskonstanz herstellen lassen. Zum anderen lassen sich nach diesem Verfahren "near net shape"-Nocken auf die rohrförmige Welle aufsintern, welche abschließend allein mittels eines vergleichsweise kostengünstigen Schleifvorganges in den einsatzfertigen Zustand gebracht werden. Die Herstellung von Nockenwellen gemäß Erfindung und Weiterverarbeitung bis zum einsatzfähigen Produkt ist wirtschaftlicher als die Herstellung durch Gießen und spanabhebende sowie Schleifbearbeitung.

Die materialtechnischen und konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten von Nockenwellen werden bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens vielfältiger als bei Herstellung nach bekannten Verfahren.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

Zur Herstellung der Nocken einer Nockenwelle wurde ein Legierungspulver, bestehend aus 5 Gew.% Chrom, 1 Gew.% Silizium, 0,5 Gew.% Mangan, 0,5 Gew.% Phosphor, 0,15 Gew.% Kohlenstoff, Rest Eisen, mit 2,4 % Graphit innig vermischt und in eine vorbereitete verlorene Preßhülle in Nockenwellenform eingefüllt. Anschließend wurde die mit einer aufgesetzten Kappe vorübergehend verschlossene, vorgefertigte, rohrförmige Welle von unten in die mit Pulver gefüllte Preßhülle eingeführt und unter Vibration nach oben bewegt. Die überfüllte Pulvermenge wurde nach oben herausgedrückt. Das Pulver in der Preßhülle erhielt so Klopfdichte. Dann wurde die Preßhülle an beiden Enden verschlossen - mittels mechanisch verriegelbaren Manschetten auf die Enden der rohrförmigen Welle aufgeklemt, dabei die Rohrenden offenlassend - und bei einem Druck von 2500 bar in einer kaltisostatischen Presse mittels Wasser als Druckmedium isostatisch verpreßt.

Nach dem Pressen wurde die Form im Schutzgasstrom in der Vorwärmzone eines Sinterofens abgebrannt, wobei die verlorene Preßhülle aus Polyäthylen sich nahezu rückstandsfrei zersetzte und verbrannte. Anschließend wurde die von der Preßhülle befreite Nockenwelle an beiden Enden jeweils

mit einem vorgepreßten Verschlußstopfen-Grünling versehen und mittels geeigneter Halterungen hängend in den Sinterofen eingebracht. Die Sinterung unter Schutzgas erfolgte bei einer Temperatur von 1080°C während 60 Minuten. Dabei ging das aufgepreßte Legierungspulver mit dem Rohrwerkstoff eine metallische Verbindung ein. Die Härte der Nocken im gesinterten Zustand betrug 52 - 54 HRC.

Dank bekannter Techniken zur Fertigung der Nockenwelle durch Sintern auf nur geringes Übermaß (near net shape), konnte die Nockenwelle allein durch Schleifen wirtschaftlich fertigbearbeitet werden.

Beispiel 2

Eine vorgefertigte rohrförmige Welle aus Kupfer bzw. einer niedriglegierten, vergleichsweise duktilen und fließfähigen Kupferlegierung wird zur Herstellung der Nockenwelle für den isostatischen Preßvorgang auf ein perforiertes Stahlrohr hoher Festigkeit paßgenau aufgeschoben. In die verlorene Preßhülle wird Pulver einer verschleißfesten Stahllegierung als Nockenmaterial eingeführt. Dann wird der Verbund, perforiertes Stahlrohr und Kupferwelle, in eine der beiden Öffnungen der Preßhülle eingeführt und unter Rütteln und Pulververdichten durch diese durchgestoßen.

Die innere Abmessung der Preßhülle ist so beschaffen, daß sie nach dem Einführen der rohrförmigen Welle an beiden Enden auf dieser Welle paßdicht aufsitzt, in den übrigen Bereichen außerhalb der Nocken aber ein mit Pulver gefüllter Zwischenraum zwischen rohrförmiger Welle und Preßhüllenwand bestehen bleibt. Alternativ sitzt die Preßhülle auf den aus dem Kupferrohr herausragenden Enden des dort nicht perforierten Stahlrohres über eine hinreichende Länge paßdicht auf.

Die Enden der Preßhülle werden mittels Manschetten auf die Rohroberfläche aufgeklammert und so in eine isostatische Presse eingeführt, daß das Preßmedium auch in das Rohrende eindringen und dort durch die perforierte Stahlwelle hindurch auf die rohrförmige Welle aus Kupfer wirken kann. Dadurch wird das Pulvermaterial sowohl durch die Preßhülle als auch über eine leichte Aufweitung des Kupferrohres verpreßt.

Nach dem isostatischen Pressen wird das perforierte Stahlrohr wieder aus dem Kupferrohr herausgezogen. Dies geschieht in der Regel wegen der leichten Aufweitung des Kupferrohres beim isostatischen Preßvorgang mühelos.

Die von der Preßhülle befreite Nockenwelle wird entsprechend der Bedingungen von Beispiel 1, jedoch bei um ca. 100°C tieferen Temperaturen gesintert.

Die gesinterten Nockenwellen werden anschließend durch mechanisches Schleifen fertigbearbeitet.

Mittels dieser Ausführung des Verfahrens lassen sich besonders gute und elastische Verbindungen zwischen der vorgefertigten rohrförmigen Welle und dem aufgesinterten Material erzielen. Materialuntersuchungen haben ergeben, daß schon während des Preßvorganges fließfähiges Kupfer in einer Übergangszone in die Poren zwischen den Pulverkörnern eindringt und diese Materialvernetzung über Interdiffusion während des anschließenden Sintervorganges noch verstärkt wird. Dadurch lassen sich besonders feste und zugleich elastische Verbindungen zwischen der vorgefertigten rohrförmigen Welle und dem Nockenmaterial erzielen. Derart gefertigte Nockenwellen zeigten keine Neigung zur Rißbildung.

20 Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, bei dem auf einer vorgefertigten rohrförmigen Welle einzelne Nocken aus einem Nockenmaterial aufgebracht werden,
dadurch gekennzeichnet,
daß

- das Nockenmaterial als Pulver auf die Welle aufgepreßt und aufgesintert wird
- die Welle und das Nockenmaterial in eine verlorene Preßhülle eingebracht und in dieser Anordnung mittels eines Druckmediums isostatisch gepreßt werden

- das Druckmedium während des Preßvorganges freien Zutritt zum Rohrinnenen erhält.

2. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine nach dem Kunststoff-Blasformverfahren gegen eine Nockenwellen-Formwerkzeugwand geblasene Kunststoffhülle als Preßhülle verwendet wird.

3. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das pulverförmige Nockenmaterial unter einseitiger Druckbeaufschlagung auf die rohrförmige Welle aufgepreßt wird.

4. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Nockenmaterial in das Innere der Preßhülle eingefüllt und anschließend das hierzu an den Enden verschlossene Rohr in die Preßhülle eingeführt wird.

5. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche metallische Werkstoffe für die rohrförmige Welle und zur Ausgestaltung der Nocken verwendet werden.

6. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Nockenmaterial ein keramischer oder metallkeramischer Werkstoff auf eine metallische rohrförmige Welle aufgebracht wird.

5

7. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Nockenbereich der Preßhülle verschiedene Nockenmaterialien schichtweise übereinander eingebracht werden.

10

8. Verfahren zur Herstellung einer rohrförmigen Nockenwelle nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Nocken in einem einzigen Arbeitsgang auf die vorgefertigte rohrförmige Welle aufgepreßt werden.

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 (Int. Cl.5)
A	GB-A-2153850 (NIPPON PISTON RING) * Zusammenfassung; Figur 3 * ---	1	F01L1/04 B22F3/12 B22F7/08
A	US-A-4094053 (WEAVER) * Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 56 * * Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 30; Figuren 1-3 * ---	1 1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 208 (M-709)(3055) 15 Juni 1988, & JP-A-63 12809 (NITSUPISU) 20 Januar 1988, * das ganze Dokument * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 238 (M-613)(2685) 05 August 1987, & JP-A-62 51704 (TOYOTA) 06 März 1987, * das ganze Dokument * ---	1	
A	EP-A-170378 (NGK) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F01L B22F F16H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	16 JANUAR 1990	LEFEBVRE L.J.F.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			