

(19)



(11)

EP 2 706 237 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.2014 Patentblatt 2014/11

(51) Int Cl.:
F04D 19/04 ^(2006.01) **F04D 29/26** ^(2006.01)
F04D 29/32 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13175496.2**

(22) Anmeldetag: **08.07.2013**

(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

(72) Erfinder:
• **Watz, Robert**
35781 Weilburg (DE)
• **Tatzber, Bernhard**
35305 Grünberg (DE)
• **Stammler, Herbert**
35396 Gießen (DE)

(30) Priorität: **10.09.2012 DE 102012108394**

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH**
35614 Aßlar (DE)

(74) Vertreter: **Knefel, Cordula**
Wertherstrasse 16
35578 Wetzlar (DE)

(54) **Vakuumpumpe**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe mit wenigstens einer Gaseintrittsöffnung und wenigstens einer Gasaustrittsöffnung, wobei die Vakuumpumpe wenigstens eine Rotorwelle aufweist, an der wenigstens ein Rotor mit rotierenden pumpaktiven Bauteilen, welche

stehenden pumpaktiven Bauteilen gegenüber stehen, mit wenigstens einem in axialer Richtung zentral in oder an der Rotorwelle angeordneten Befestigungselement befestigt ist, wobei der wenigstens eine Rotor und die Rotorwelle zusätzlich zu dem wenigstens einen Befestigungselement eine Verdrehssicherung aufweisen.

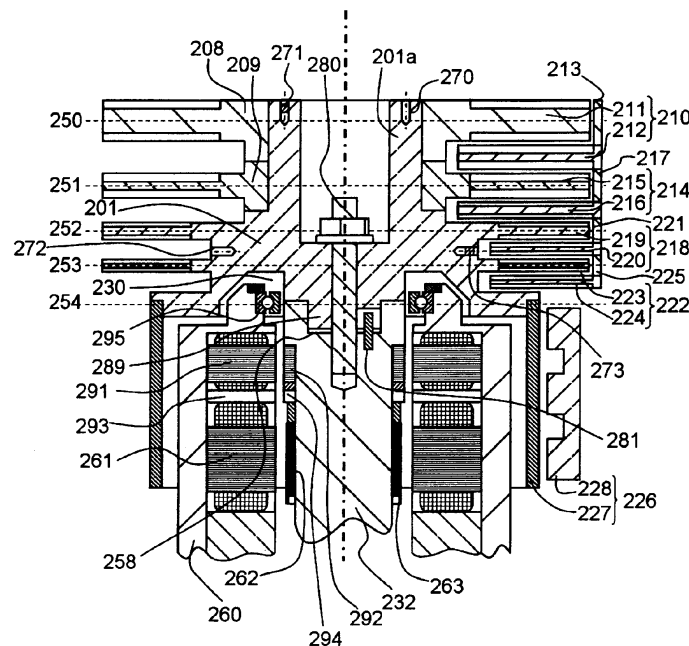


Fig. 1

EP 2 706 237 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vakuumpumpe.

[0002] Gemäß dem Stand der Technik (DE 20 2005 019 644 U1) ist es bekannt, eine Vakuumpumpe, beispielsweise eine Turbomolekularpumpe mit einem Rotor, der pumpaktive rotierende Bauteile aufweist, und der auf einer Rotorwelle angeordnet ist, zu versehen. Diese rotierenden pumpaktiven Bauteile stehen stehenden pumpaktiven Bauteilen, dem so genannten Stator gegenüber.

[0003] Aus dem genannten Stand der Technik ist es bekannt, den glockenförmigen Rotor mittels einer Schraube mit der Stirnseite der Rotorwelle zu verbinden. Die Welle weist hierzu eine Ausnehmung auf, mit der ein Zapfen des Rotors in Eingriff steht.

[0004] Diese zum Stand der Technik gehörende Ausführungsform weist den Nachteil auf, dass der Rotor sich gegenüber der Welle verdrehen kann, da die hier gezeigte Lösung ausschließlich auf einem Reibschluss basiert. Aus diesem Grunde kann eine Verdrehung bei Überlastung eintreten. Dies führt zu einem Lösen der Verbindung, so dass die geforderte Sicherheit der Verschraubung nicht gegeben ist.

[0005] Ein Lösen des Rotors im Betrieb führt zu einem Totalschaden der Pumpe.

[0006] Ein Verdrehen des Rotors wird gemäß dem Stand der Technik (WO 2012/077411 A1) vermieden. Gemäß diesem Stand der Technik ist es bekannt, eine formschlüssige Verbindung vorzusehen, bei der der Rotor mit mehreren Schrauben an der Stirnseite der Rotorwelle zu befestigen ist. Hierdurch wird ein Verdrehen des Rotors und damit ein Lösen des Rotors von der Welle vermieden. Diese zum Stand der Technik gehörende Ausführungsform weist jedoch den Nachteil auf, dass die Montage relativ aufwändig ist und dass, da mehrere hochwertige Bauteile in Form von Schrauben benötigt werden, die Pumpe verteuert wird.

[0007] Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, eine Vakuumpumpe anzugeben, bei der die genannten Nachteile nicht auftreten.

[0008] Dieses technische Problem wird durch eine Vakuumpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0009] Die erfindungsgemäße Vakuumpumpe mit wenigstens einer Gaseintrittsöffnung und wenigstens einer Gasaustrittsöffnung, wobei die Vakuumpumpe wenigstens eine Rotorwelle aufweist, an der wenigstens ein Rotor mit rotierenden pumpaktiven Bauteilen, welche stehenden pumpaktiven Bauteilen gegenüberstehen, mit wenigstens einem in axialer Richtung zentral in oder an der Rotorwelle angeordneten Befestigungselement befestigt ist, zeichnet sich dadurch aus, dass der wenigstens eine Rotor und die Rotorwelle zusätzlich zu dem wenigstens einen Befestigungselement eine Verdrehsicherung aufweisen.

[0010] Die Verdrehsicherung kann in einfachster Art und Weise konstruiert und ausgebildet sein, so dass eine

preiswerte Lösung zur Vermeidung der Drehung des Rotors relativ zu der Rotorwelle und damit ein Lösen des wenigstens einen zentral in oder an der Rotorwelle angeordneten Befestigungselementes vermieden wird.

5 [0011] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Verdrehsicherung an einem Zentrierzapfen des Rotors angeordnet. Der Zentrierzapfen ist ohnehin für das zentral angeordnete Befestigungselement bei der Montage gut zugänglich, so
10 dass die Anordnung der Verdrehsicherung in dem Zentrierzapfen sinnvoll ist.

[0012] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass der Zentrierzapfen an der Rotorwelle angeordnet ist und in einer Bohrung des Rotors eingreift.

15 [0013] Es besteht auch die Möglichkeit, dass der Zentrierzapfen an dem Rotor angeordnet ist, der dann wiederum in einer entsprechenden Ausnehmung der Rotorwelle eingreift.

[0014] Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, dass keinerlei Zapfen an Rotor und Welle angeordnet
20 ist. In diesem Fall kann eine Zentrierung durch ein oder mehrere zentrische oder exzentrische Formelemente wie Passstifte oder kombinierte Form- und Befestigungselemente wie Passschrauben erfolgen.

25 [0015] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Verdrehsicherung als wenigstens ein durch oder in die Rotorwelle und durch oder in den Rotor oder durch oder in den Rotorzapfen greifender Stift ausgebildet ist.

30 [0016] Ein derartiger Stift ist sehr preiswert auszugestalten. An den Stift werden darüber hinaus keine hohen Anforderungen an eine Passgenauigkeit gestellt, da die Verdrehung des Rotors relativ zu der Rotorwelle auch vermieden wird, wenn der Stift die Rotorwelle und den
35 Rotor mit einem gewissen Spiel in einer gewissen Position zueinander hält.

[0017] Es besteht die Möglichkeit, dass der wenigstens eine Stift axial oder radial angeordnet ist. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, dass der Stift schräg radial angeordnet wird.

40 [0018] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Stift in einer Nut oder in einer Bohrung des Zentrierzapfens des Rotors angeordnet. Der Stift greift mit einem Ende in die Nut oder in die Bohrung und mit seinem anderen Ende in eine Nut oder Bohrung der Rotorwelle.

45 [0019] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass als Verdrehsicherung ein Reibring vorgesehen ist. Der Reibring weist durch eine entsprechende Materialwahl und/oder eine entsprechende Oberflächenbeschichtung gegenüber den beiden Rotorbestandteilen Rotor und Welle einen höheren Reibkoeffizienten auf, als derjenige, welcher direkt zwischen den Rotorbestandteilen erzielt wird. Der Reibring ist
50 zwischen Rotor und Rotorwelle angeordnet, vorzugsweise zwischen der Stirnfläche der Welle und einer in Richtung der Stirnseite der Welle ausgerichteten Fläche des Zentrierzapfens des Rotors. Durch diese Ausführungsform

ist gewährleistet, dass eine Verdrehung zwischen dem Rotor und der Rotorwelle vermieden wird, ohne den Rotor oder die Rotorwelle baulich verändern zu müssen.

[0020] Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass eine Verbindungs- oder Anschlagfläche zwischen Rotor und Welle ein- oder beidseitig beschichtet ist zur Erhöhung des Reibkoeffizienten. Durch diese Ausführungsform ist es möglich, auch ohne Reibring eine Verdrehsicherung zwischen Rotor und Rotorwelle zu erreichen.

[0021] Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit einen Reibring und eine einseitige oder beidseitige Beschichtung der Verbindungs- oder Anschlagfläche von Rotor und Rotorwelle vorzusehen.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass in einer Berührungsfläche zwischen Rotor und Rotorwelle in dem Rotor oder in der Rotorwelle wenigstens ein Vorsprung angeordnet ist, der als ein plastische Verformung in dem gegenüberliegenden Bauteil hervorrufender Vorsprung ausgebildet ist. Ein derartiger Vorsprung kann beispielsweise ein so genannter Körnerpunkt sein. Dieser Körnerpunkt wird aus dem Material, beispielsweise des Rotors gebildet. Beim Verpressen des Rotors mit der Rotorwelle durch Anziehen des Befestigungselementes, beispielsweise der Befestigungsschraube erzeugt der Körnerpunkt eine plastische Verformung der anliegenden Fläche. Der Körnerpunkt kann in dem Rotor erzeugt werden und erzeugt dann eine Verformung in der Rotorwelle. Es ist auch möglich, den Körnerpunkt in der Rotorwelle zu erzeugen. Der Körnerpunkt erzeugt dann eine plastische Verformung in dem Rotor. Bei Ausbildung eines oder mehrerer Körnerpunkte ist es vorteilhaft, wenn der Rotor und die Rotorwelle aus verschiedenen Materialien bestehen. Der Körnerpunkt wird dann in das Material eingebracht, das die höhere Festigkeit aufweist, also eine höhere Streckgrenze R_e . In diesem Fall drückt sich der wenigstens eine Körnerpunkt in das weichere Gegenmaterial.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass in der Rotorwelle oder in dem Rotor in radialer Richtung ein Vorsprung angeordnet ist und dass in dem Rotor oder in der Rotorwelle eine den Vorsprung formschlüssig aufnehmende Ausnehmung angeordnet ist.

[0024] Es besteht beispielsweise die Möglichkeit, auf der Stirnfläche der Rotorwelle eine radial umlaufende Erhebung vorzusehen, die unterschiedliche Höhen aufweist. In dem Rotor ist die entsprechende gegenläufige Ausnehmung vorgesehen, die den Vorsprung der Rotorwelle aufnimmt. Hierdurch ist eine Verdrehsicherung gewährleistet.

[0025] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass in der Rotorwelle oder dem Rotor in radialer Richtung ein Vorsprung angeordnet ist, und dass in dem Rotor oder der Rotorwelle eine den Vorsprung formschlüssig aufnehmende Ausnehmung angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform ist beispielsweise denkbar, an dem Zentrierzapfen des Rotors eine hervor-

stehende Nase vorzusehen, die in einer Nut der Rotorwelle angeordnet wird. Die Nase erfährt durch die Nut einen Anschlag, so dass eine Verdrehung des Rotors gegenüber der Rotorwelle verhindert wird.

[0026] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich anhand der zugehörigen Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele einer Rotor/Rotorwelleverbindung nur beispielhaft dargestellt sind. In der Zeichnung zeigen:

- | | | |
|----|---------|---|
| 10 | Fig. 1 | einen Längsschnitt durch einen Turbomolekularpumpenrotor und den Antriebsbereich einer Turbomolekularpumpe gemäß dem Stand der Technik; |
| 15 | Fig. 2a | einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einem Stift; |
| 20 | Fig. 2b | einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand; |
| 25 | Fig. 3a | einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung gemäß einem geänderten Ausführungsbeispiel; |
| 30 | Fig. 3b | einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand; |
| 35 | Fig. 4a | einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit schräg radial angeordnetem Stift; |
| 40 | Fig. 4b | einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand; |
| 45 | Fig. 5a | einen Schnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung als geändertes Ausführungsbeispiel; |
| 50 | Fig. 5b | einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand; |
| 55 | Fig. 6a | einen Schnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einem radial angeordneten Stift; |
| | Fig. 6b | einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand; |
| | Fig. 7a | einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einem Reibring; |
| | Fig. 7b | einen Rotor, einen Reibring und eine Rotor- |

- welle in nicht verbundenem Zustand in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 8a einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einem Körnerpunkt;
- Fig. 8b einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand;
- Fig. 9a einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einer axial geometrischen Sicherung;
- Fig. 9b einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand;
- Fig. 10a einen Längsschnitt durch eine Rotor/Rotorwelleverbindung mit einer radial geometrischen Sicherung;
- Fig. 10b einen Rotor und eine Welle in perspektivischer Ansicht in nicht verbundenem Zustand.

[0027] Fig. 1 zeigt eine Turbomolekularpumpe. In einem Gehäuseteil 260 sind eine Welle 232, umgebend ein Fanglager 295, eine Radiallagerspule 291, ein Radialsensor 293 und eine Motorspule 261 angeordnet. Die Motorspule 261 wirkt mit dem auf der Welle 232 befindlichen und durch eine Hülse 263 gesicherten Motormagneten 262 zusammen, so dass bei Bestromung der Motorspule 261 die Welle 232 in schnelle Drehung versetzt wird. Der Radialsensor 293 wirkt mit dem wellenseitigen Radialsensortarget 294 zusammen.

[0028] Als ruhende Pumpstrukturen weist die Turbomolekularpumpe dem Vorvakuum zugewandt einen Holweckstator 228 auf, in welchem schraubenlinienartig Kanäle verlaufen, die mit der am Rotor angeordneten Hülse 227 zusammenwirken und zusammen eine Holweckstufe 226 bilden.

[0029] Weitere ruhende Pumpstrukturen sind die mit Schaufelkränzen versehenen Statorscheiben 212, 216, 220 und 224, welche durch zwischen ihnen angeordneten Distanzringen 213, 217, 221 und 225 axial beabstandet sind. In die axialen Zwischenräume zwischen den Statorscheiben 212, 216, 220 und 224 tauchen die als Rotorschaukelkränze 211, 215, 219 und 223 gestalteten Pumpstrukturen ein. Ruhende und rotorseitige Pumpstrukturen wirken paarweise zusammen. Der Rotorschaukelkranz 211 bildet mit der Statorscheibe 212 zusammen die erste der Kammer zugewandte und im Hochvakuum arbeitende Pumpstufe 210. Entsprechend bilden Statorscheibe 216 und Rotorschaukelkranz 215 die nachfolgende zweite Pumpstufe 214, Statorscheibe 220 und Rotorschaukelkranz 219 die dritte Pumpstufe 218 und schließlich Statorscheibe 224 und Rotorschau-

kelkranz 223 die am Übergabedruck zur Holweckstufe arbeitende vierte Pumpstufe 222. Die Rotorschaukelkränze sind jeweils in voneinander axial beabstandeten Ebenen 250, 251, 252 und 253 angeordnet, der Befestigungsbereich der Rotorhülse bildet die Ebene 254.

[0030] Die rotorseitigen Pumpstrukturen in Form der Rotorschaukelkränze 219 und 223 sind am ersten Rotorteil 201 angeordnet und bilden mit diesem einen einstückigen Körper. Die Rotorhülse 227 ist mit dem ersten Rotorteil verbunden. Das erste Rotorteil weist eine Ausnehmung 230 in ihrem Zentrum auf. Dieser sich axial und radial von der Mitte aus erstreckende Hohlraum nimmt das Fanglager 295 wenigstens teilweise auf.

[0031] Das erste Rotorteil 201 ist mit einem Befestigungselement, im Beispiel einer Schraube 280 mit der Stirnseite 258 der Rotorwelle 232 verbunden. Die Welle 232 weist eine Ausnehmung auf, mit der ein Zapfen 289 des ersten Rotorteiles 201 in Eingriff steht, wodurch die radiale Positionierung vereinfacht wird. Das erste Rotorteil 201 besitzt gemäß dem Ausführungsbeispiel einen Trägerabschnitt 201a. Dieser erstreckt sich vom ersten Rotorteil 201 aus axial in Richtung Hochvakuum, also in die der Welle 232 abgewandten Richtung. Auf diesem Trägerabschnitt ist ein Tragring 208 angeordnet, mit welchem der Rotorschaukelkranz 211 verbunden ist. Ein weiterer Tragring 209 und der Rotorschaukelkranz 215 sind ebenfalls miteinander verbunden. Die Tragringe mit Rotorschaukelkranz sind günstig herstellbar.

[0032] In dem stirnseitigen Trägerabschnitt 201a sind Wuchtbohrungen 270 vorgesehen, in die Wuchtgewichte 271 eingesetzt werden können. In den Rotorschaukelkränzen 219 und 223 können in Wuchtbohrungen 272 Wuchtgewichte 273 angeordnet werden.

[0033] Um eine Verdrehung des ersten Rotorteiles 201 gegenüber der Welle 232 zu verhindern, ist ein Stift 281 als Verdrehsicherung vorgesehen, der mit einem Ende in dem Rotorteil 201 angeordnet ist und mit seinem anderen Ende in der Welle 232. Da er radial beabstandet von der zentral angeordneten Schraube 280 angeordnet ist, verhindert er das Verdrehen des Rotorteiles 201 gegenüber der Welle 232.

[0034] Fig. 2a zeigt die Rotorwelle 232, an der mittels der Schraube 280 ein Rotorteil 201 befestigt ist. Der Stift 281 verhindert das Verdrehen des Rotorteiles 201 gegenüber der Rotorwelle 232.

[0035] Gemäß der Fig. 2b ist in dem Zentrierzapfen 289 eine axiale Bohrung 300 angeordnet. In der Welle 232 ist ebenfalls eine Bohrung 301 vorgesehen. Der Stift 281, der in Fig. 2b nicht dargestellt ist, greift mit seinen Enden in die Bohrungen 300 und 301.

[0036] Die Fig. 3a und 3b zeigen die Rotorwelle 232, in der wiederum die Bohrung 301 angeordnet ist. Der Zentrierzapfen 289 des Rotors 201 weist an Stelle der Bohrung jedoch eine Nut 302 auf. Der Stift 281 ist mit einem Ende in der Bohrung 301 der Rotorwelle 232 und mit seinem anderen Ende in der Nut 302 des Zentrierzapfens 289 angeordnet.

[0037] Die Ausführung mit der Nut 302 weist gegen-

über der Ausführungsform mit der Bohrung den Vorteil auf, dass die Nut 302 es ermöglicht, ohne Einhaltung sehr genauer Toleranzen ein statisch bestimmtes Pas-
 sungssystem aufzubauen. Die radiale Zentrierung des Rotors 201 und der Rotorwelle 232 wird von dem Zentrierzapfen 289 übernommen. zwei weitere Bohrungen mit Stift, die fluchten müssten, würden diese Lösung je nach den vorhandenen Toleranzen und Spielen verspannen und negativ beeinflussen.

[0038] Die Nut 302 sorgt dafür, dass der Stift 281 alleine den rotatorischen Freiheitsgrad sichert und die beiden radialen Freiheitsgrade, welche durch den Zentrierzapfen 289 gesichert werden, nicht beeinflusst.

[0039] Gemäß den Fig. 4a und 4b ist der Stift 281 schräg radial in einer Nut 303 des Zentrierzapfens 289 des Rotorteiles 201 angeordnet sowie in einer radial angeordneten Bohrung 304 der Welle 232.

[0040] Bei dieser Ausführungsform wird der Stift 281 durch die Fliehkraft sicher fixiert.

[0041] Gemäß den Fig. 5a und 5b ist der Stift 281 in einer Bohrung 305 des Rotors 201 radial beabstandet außerhalb des Bereiches des Zentrierzapfens 289 angeordnet. Die entsprechende Gegenbohrung 306 ist in der Welle 232 angeordnet. Die Bohrung 305 ist in der äußeren Anlagefläche der Welle 232 an dem Rotor 201 angeordnet.

[0042] Die Fig. 6a und 6b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel. Der Stift 281 ist radial in den Rotorzentrierzapfen 289 gesteckt und ist damit in der Bohrung 307 des Zentrierzapfens 289 angeordnet. Das andere Ende des Stiftes 281 greift in eine Nut 308 der Welle 232.

[0043] Die Fig. 7a und 7b zeigen ein anderes Ausführungsbeispiel. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist zwischen den Zentrierzapfen 289 und einer Stirnseite 258 der Welle 232 ein Reibring 309 angeordnet. Durch die Schraube 280 wird das Rotorteil 200 mit der Welle 232 verpresst. Der Reibring 309 verhindert ein Verdrehen des Rotorteiles 201 relativ zu der Welle 232.

[0044] Gemäß dem Ausführungsbeispiel, welches in den Fig. 8a und 8b dargestellt ist, ist auf einer Anlagefläche 310 der Welle 232 ein Körnerpunkt 311 gebildet. Der Körnerpunkt 311 liegt auf einer Anlagefläche 312 des Rotorteiles 201 an. Die Welle 232 ist aus einem festeren Material gebildet, als das Rotorteil 201. Beim Verschrauben des Rotorteiles 201 mit der Welle 232 mittels der Schraube 280 tritt durch den Körnerpunkt 311 eine plastische Verformung der Anlagefläche 312 des Rotors 201 auf. Durch die Verzahnung zwischen Körnerpunkt 311 und der plastischen Verformung wird ebenfalls ein Formschluss erzielt, der ein Verdrehen des Rotorteiles 201 relativ zu der Welle 232 verhindert. Es ist auch möglich, mehrere Körnerpunkte 311 vorzusehen.

[0045] Gemäß den Fig. 9a und 9b weist die Welle 232 an ihrem Ende eine in axialer Richtung hervorstehend geformte, geometrische Sicherung 313 auf, deren Gegenstück 314 in dem Rotorteil 201 angeordnet ist. Die in axialer Richtung hervorstehend geformte, geometrische Sicherung 313 weist zwei Erhebungen 315a, 315b auf,

die in entsprechende Vertiefungen 316a, 316b angeordnet sind. Durch den Formschluss der Teile 313 und 314 wird eine Verdrehsicherung zwischen dem Rotorteil 201 und der Rotorwelle 232 erreicht.

[0046] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Fig. 10a und 10b dargestellt. Der Zentrierzapfen 289 weist einen in radialer Richtung hervorstehend geformten Vorsprung 317 auf, der in einer Nut 318 der Rotorwelle 232 angeordnet wird. In der Nut 318 der Rotorwelle 232 ist ein Anschlag (nicht dargestellt) vorgesehen, so dass eine Drehung des Rotorteiles 201 relativ zu der Welle 232 vermieden wird.

[0047] Es ist möglich, die in den Fig. 1 bis 10 dargestellten Ausführungsformen miteinander zu kombinieren.

Bezugszahlen

[0048]

201	Rotorteil
201a	Trägerabschnitt
208	Tragring
209	Tragring
210	Pumpstufe
211	Rotorscheufelkranz
212	Statorscheibe
213	Distanzring
214	Pumpstufe
215	Rotorscheufelkranz
216	Statorscheibe
217	Distanzring
218	Pumpstufe
219	Rotorscheufelkranz
220	Statorscheibe
221	Distanzring
222	Pumpstufe
223	Rotorscheufelkranz
224	Statorscheibe
225	Distanzring
226	Holweckstufe
227	Hülse
228	Holweckstator
230	Ausnehmung
232	Rotorwelle
250	Ebene
251	Ebene
252	Ebene
254	Ebene
258	Stirnseite der Welle 232
260	Gehäuseteil
261	Motorspule
262	Motormagnet
263	Hülse
270	Wuchtbohrung
271	Wuchtgewicht
272	Wuchtbohrung
273	Wuchtgewicht

280	Schraube
281	Stift
289	Zapfen
291	Radiallagerspule
292	Radiallagertarget
293	Radialsensor
294	Radialsensortarget
295	Hanglager
300	Bohrung
301	Bohrung
302	Nut
303	Nut
304	radiale Bohrung
305	Bohrung
306	Bohrung
307	Bohrung
308	Nut
309	Reibring
310	Anlagefläche Stator
311	Körnerpunkt
312	Anlagefläche des Rotorteiles 201
313	axial geometrische Sicherung
314	Teil der axial geometrischen Sicherung
315a	Erhebung
315b	Erhebung
316a	Vertiefung
316b	Vertiefung
317	Vorsprung
318	Nut

Patentansprüche

1. Vakuumpumpe mit wenigstens einer Gaseintrittsöffnung und wenigstens einer Gasaustrittsöffnung, wobei die Vakuumpumpe wenigstens eine Rotorwelle aufweist, an der wenigstens ein Rotor mit rotierenden pumpaktiven Bauteilen, welche stehenden pumpaktiven Bauteilen gegenüberstehen, mit wenigstens einem in axialer Richtung zentral in oder an der Rotorwelle angeordneten Befestigungselement befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Rotor (201) und die Rotorwelle (232) zusätzlich zu dem wenigstens einen Befestigungselement (280) eine Verdrehsicherung (281; 309; 311; 313, 314; 317, 318) aufweisen.
2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung (281; 309; 311; 313, 314; 317, 318) an einem Zentrierzapfen (289) des Rotors (201) oder der Rotorwelle (232) angeordnet ist.
3. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung als wenigstens ein durch oder in die Rotorwelle (232) und durch oder in den Rotor (201) greifender Stift (281) ausgebildet ist.

4. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Stift (281) axial oder radial angeordnet ist.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stift (281) in einer Bohrung (300, 301, 304, 305, 306, 307) oder einer Nut (302, 303, 308) des Rotors (201) oder des zentrierzapfens (289) des Rotors (201) angeordnet ist.
6. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung als Reibring (309), der zwischen Rotor (201) und Rotorwelle (232) angeordnet ist, ausgebildet ist.
7. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung als ein oder beidseitige Beschichtung wenigstens einer Verbindungs- oder Anschlagfläche des Rotor (201) und/oder der Rotorwelle (232) ausgebildet ist.
8. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Berührungsfläche (310, 312) zwischen Rotor (201) und Rotorwelle (232) in dem Rotor (201) oder in der Rotorwelle (232) wenigstens ein Vorsprung (311) angeordnet ist, der als ein eine plastische Verformung in dem gegenüberliegenden Bauteil (201, 232) hervorrufender Vorsprung (311) ausgebildet ist.
9. Vakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Rotorwelle oder dem Rotor in radialer Richtung oder in axialer Richtung ein Vorsprung (315a, 315b; 317) angeordnet ist, und dass in dem Rotor (201) oder der Rotorwelle (232) eine den Vorsprung (315a, 315b; 317) formschlüssig aufnehmende Ausnehmung (316a, 316b; 318) angeordnet ist.

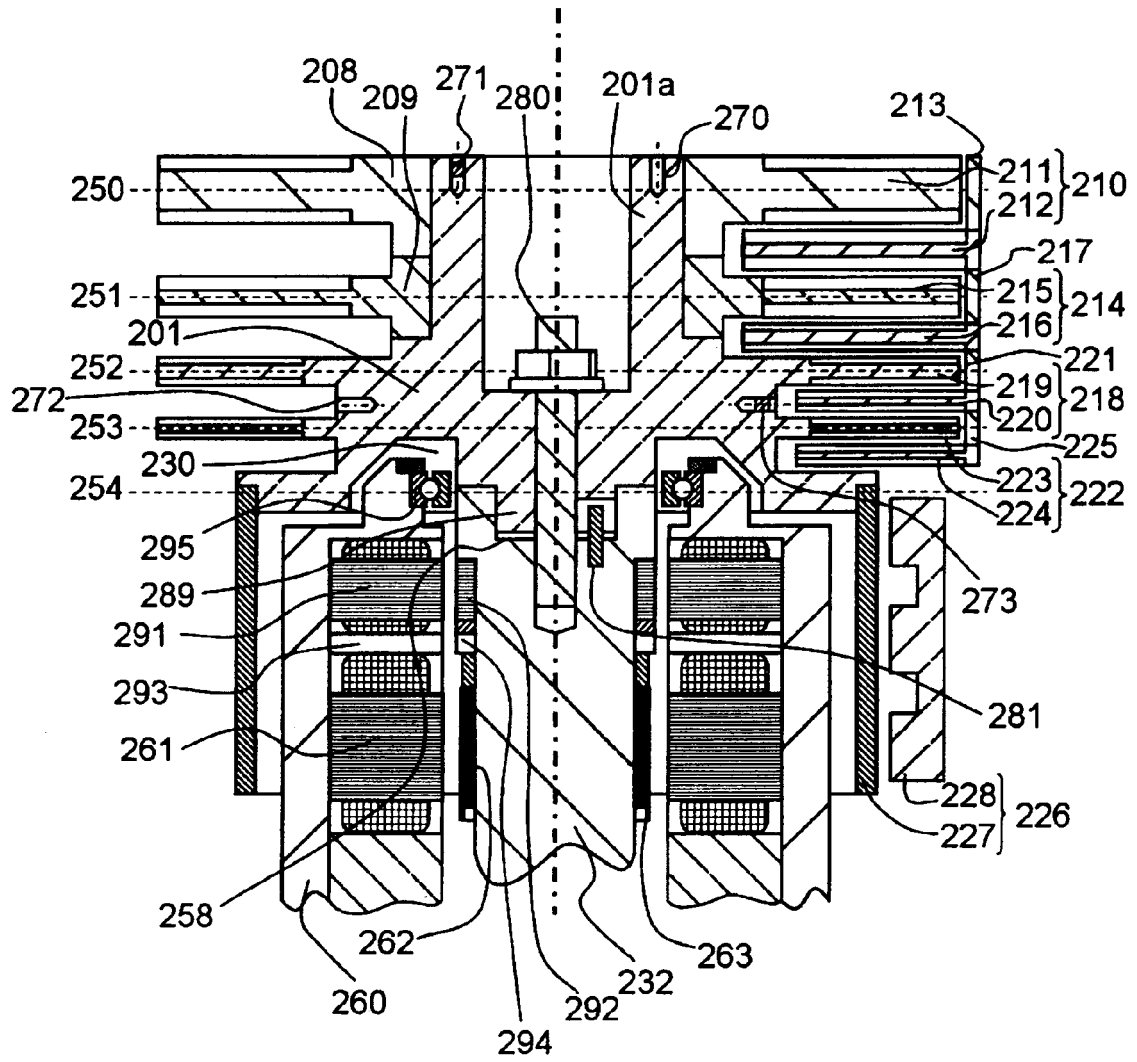
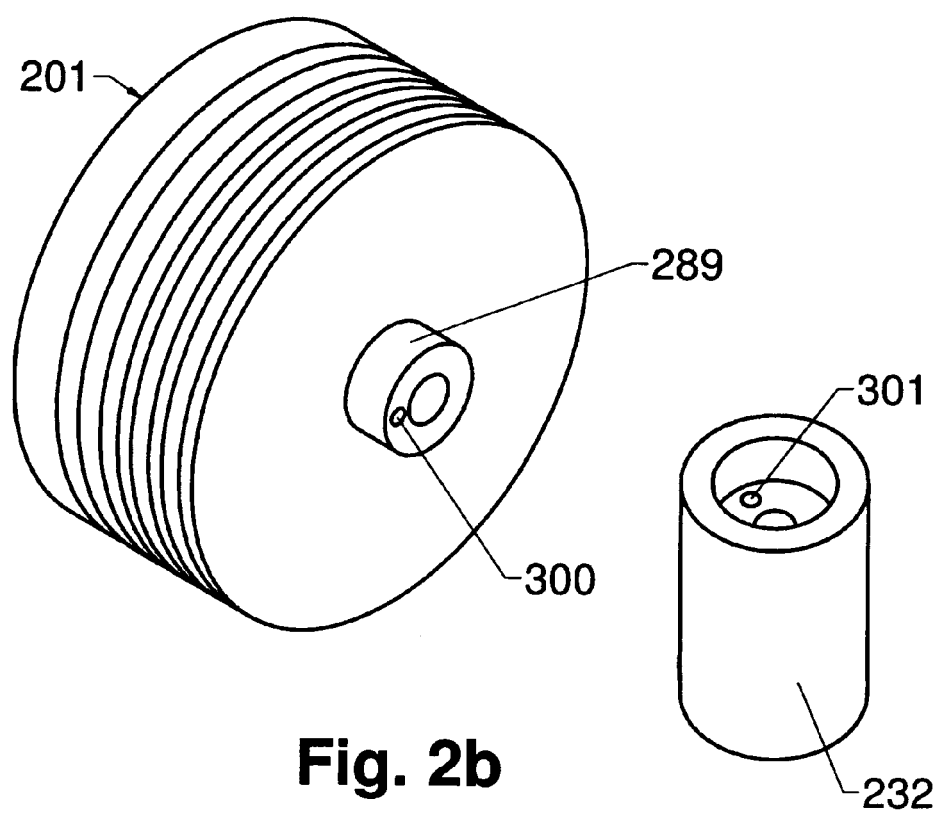
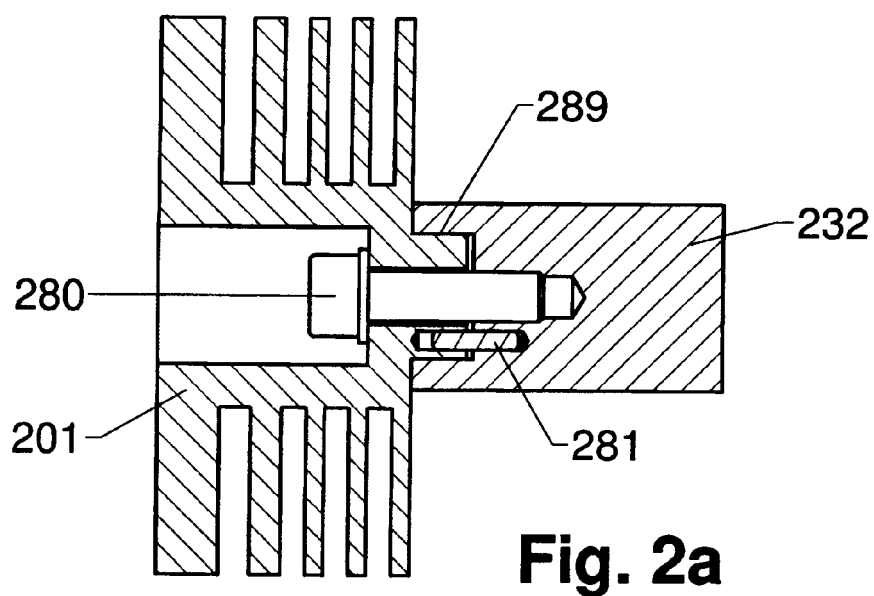
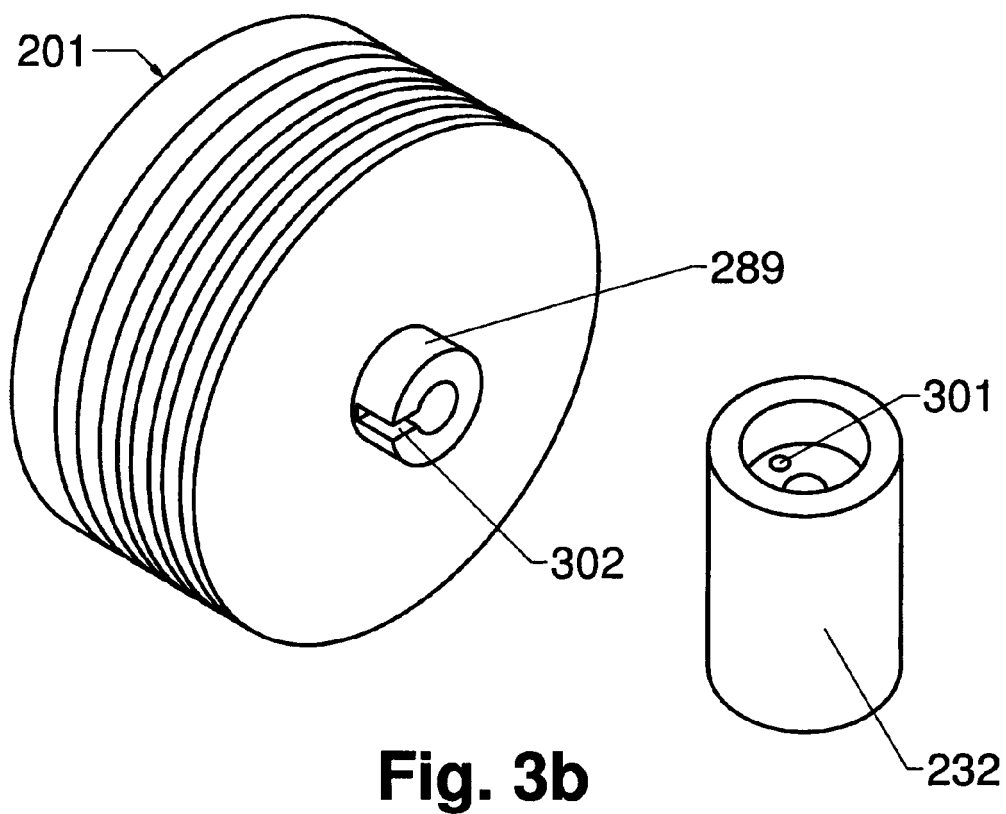
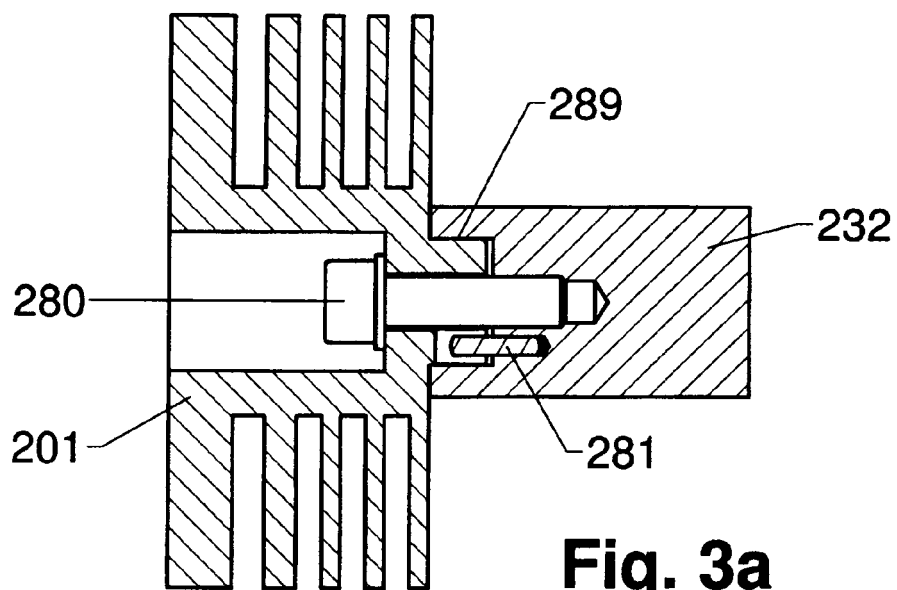
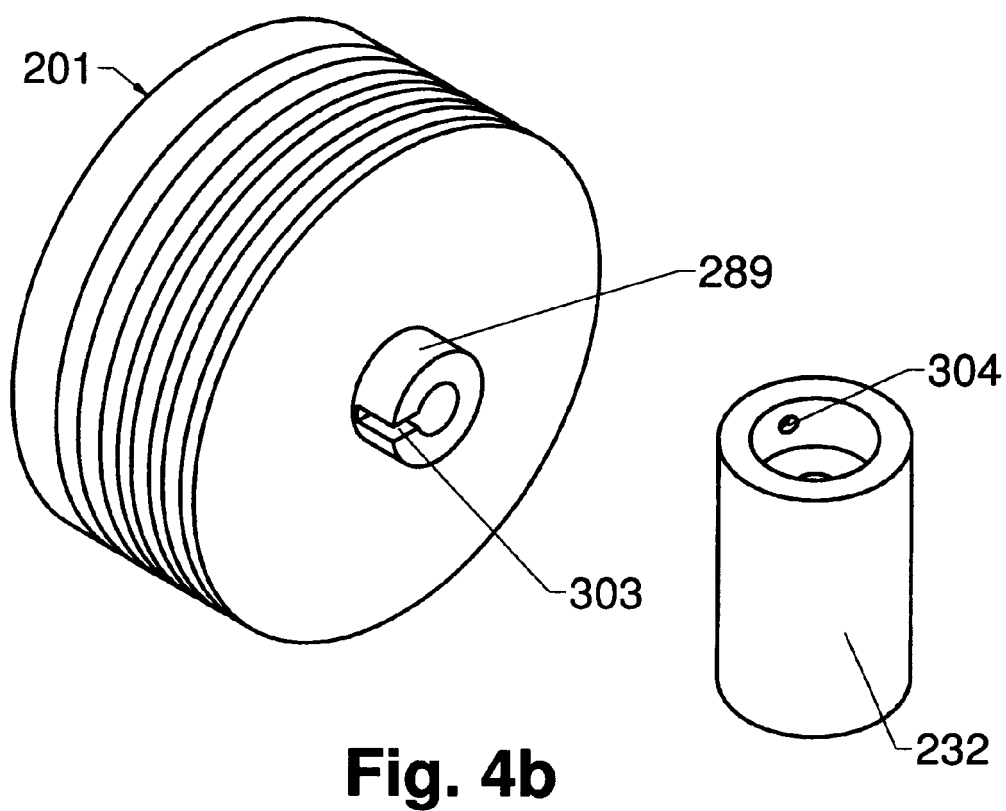
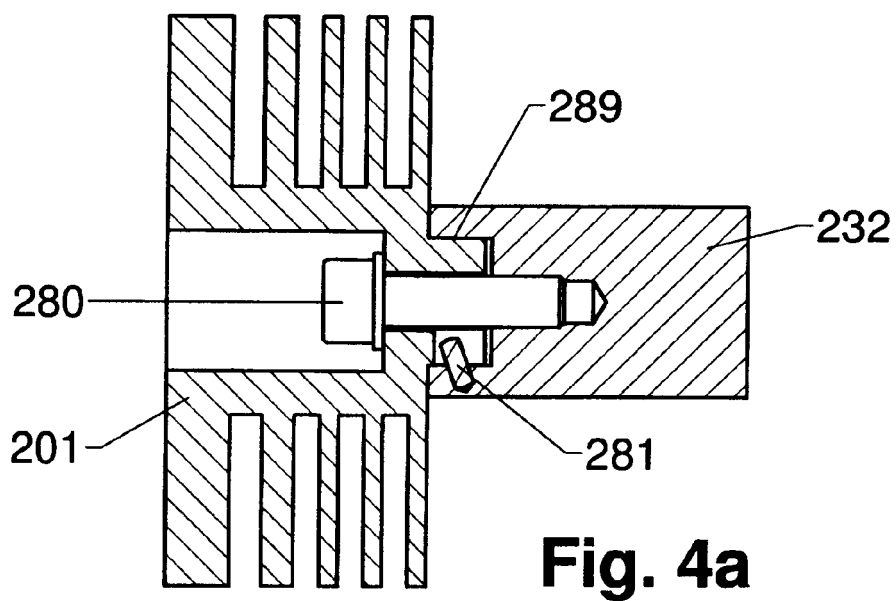
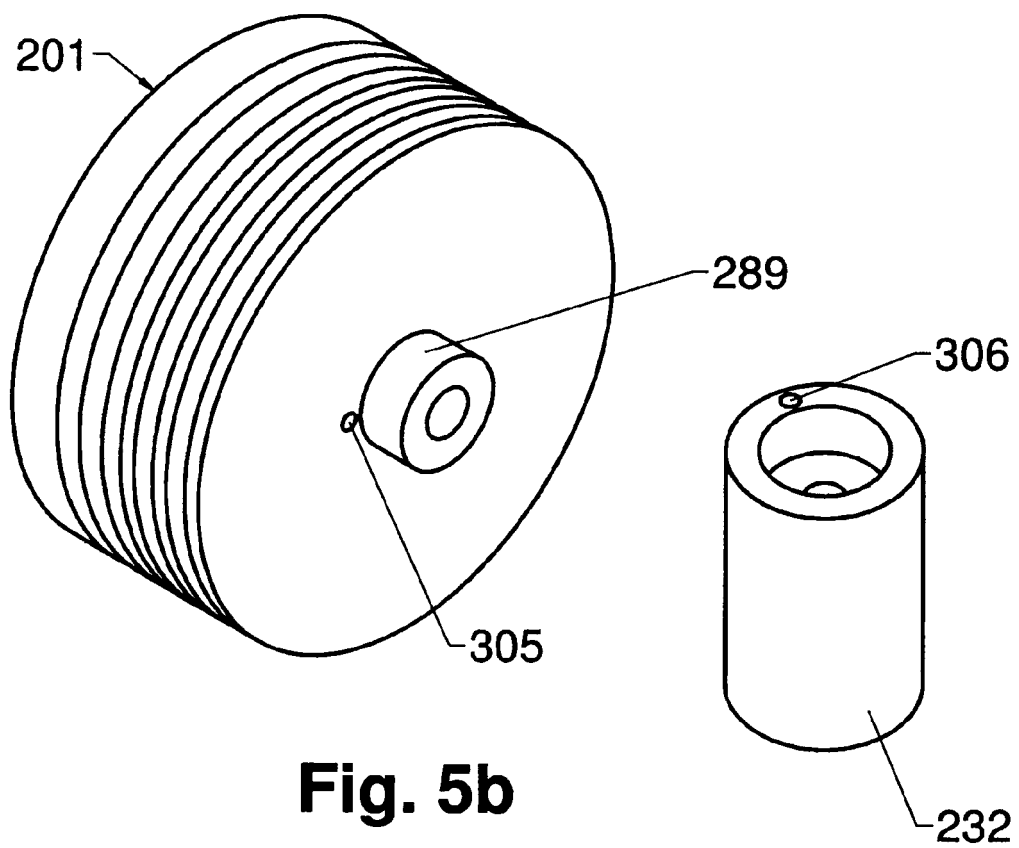
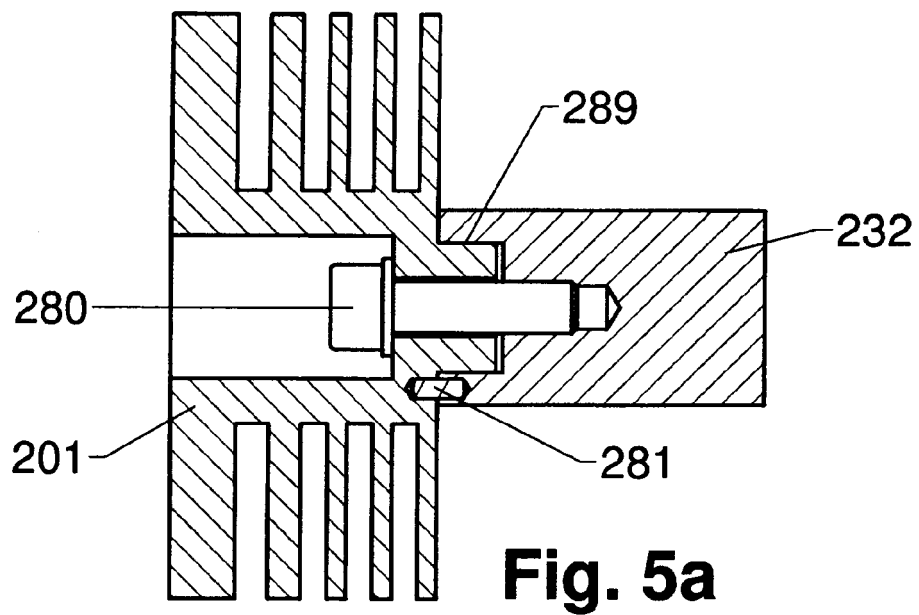


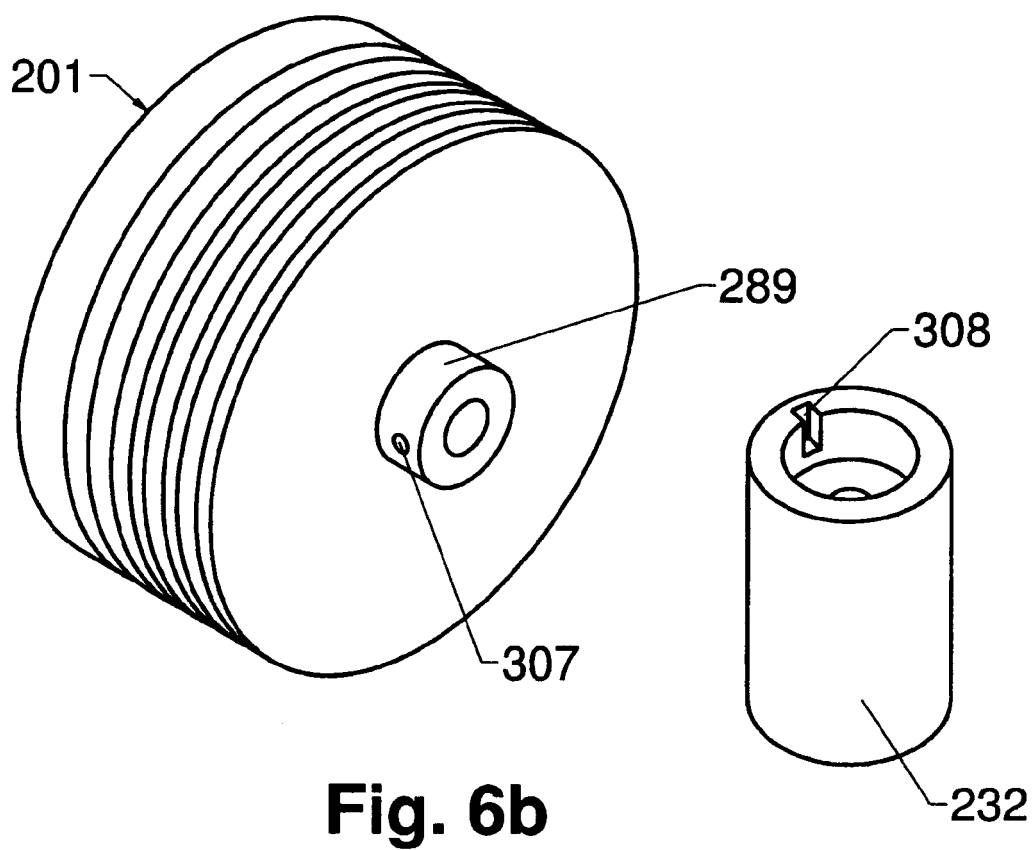
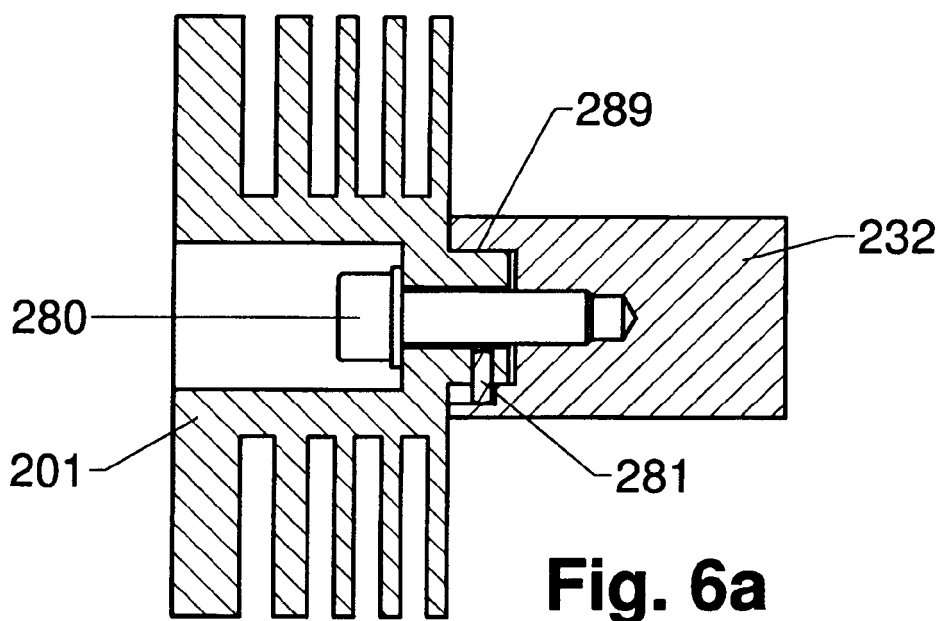
Fig. 1











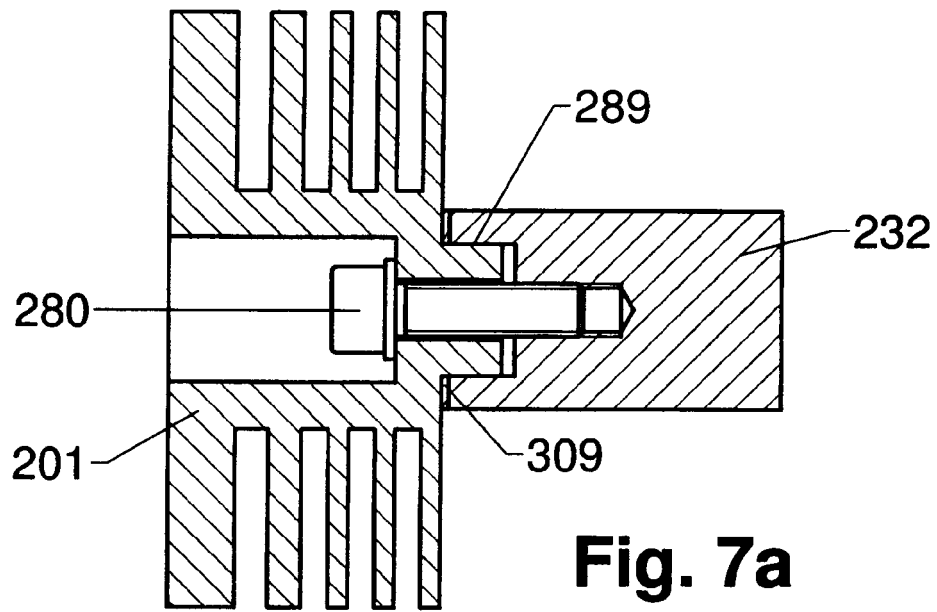


Fig. 7a

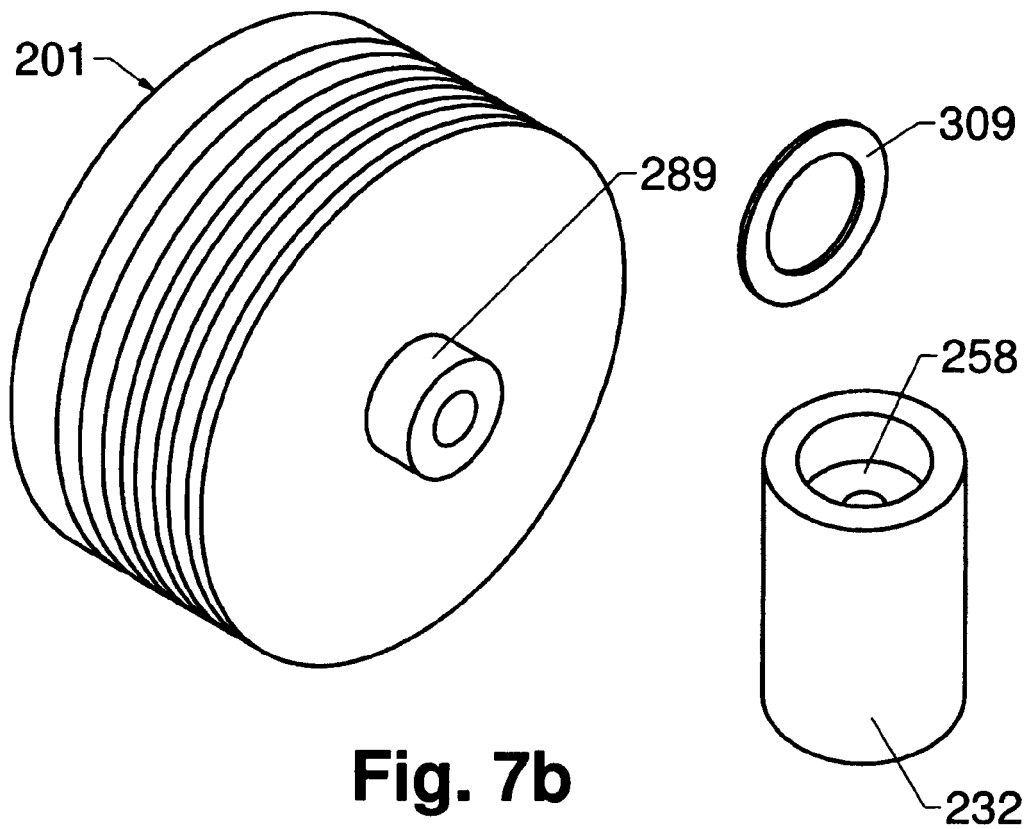


Fig. 7b

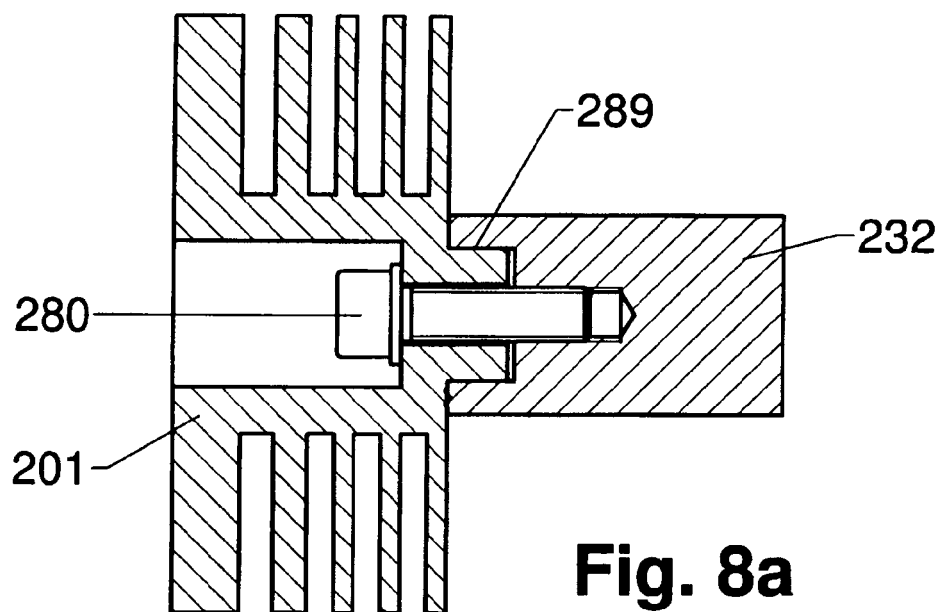


Fig. 8a

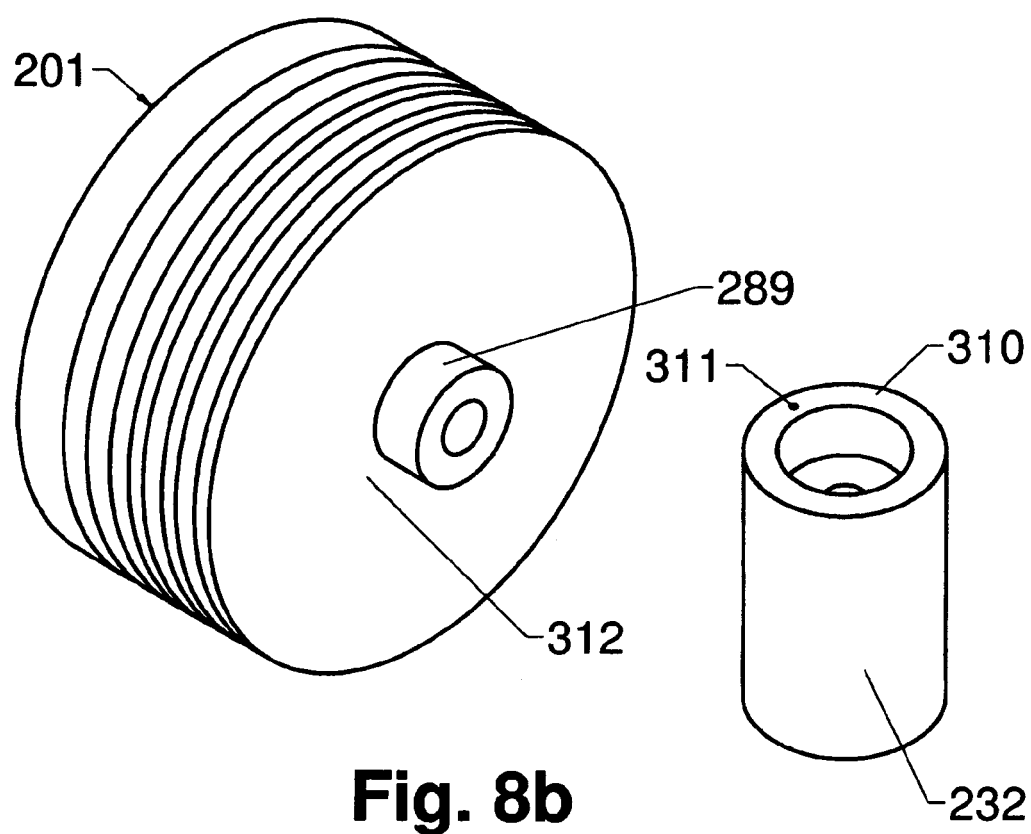
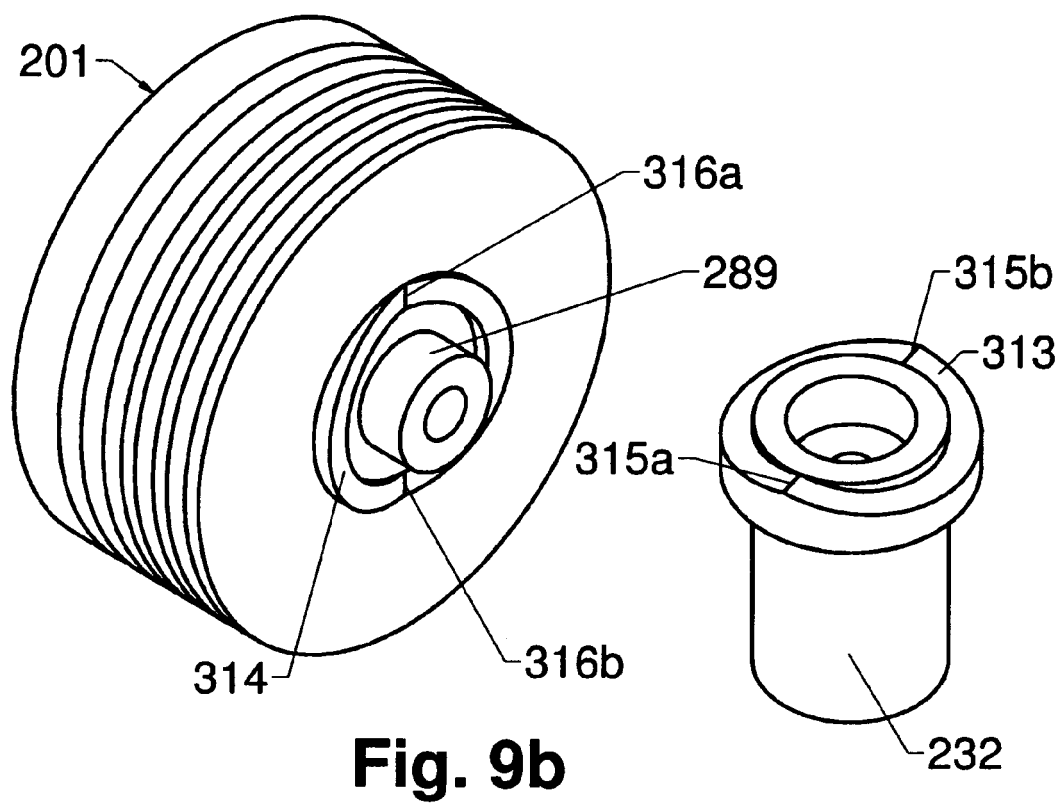
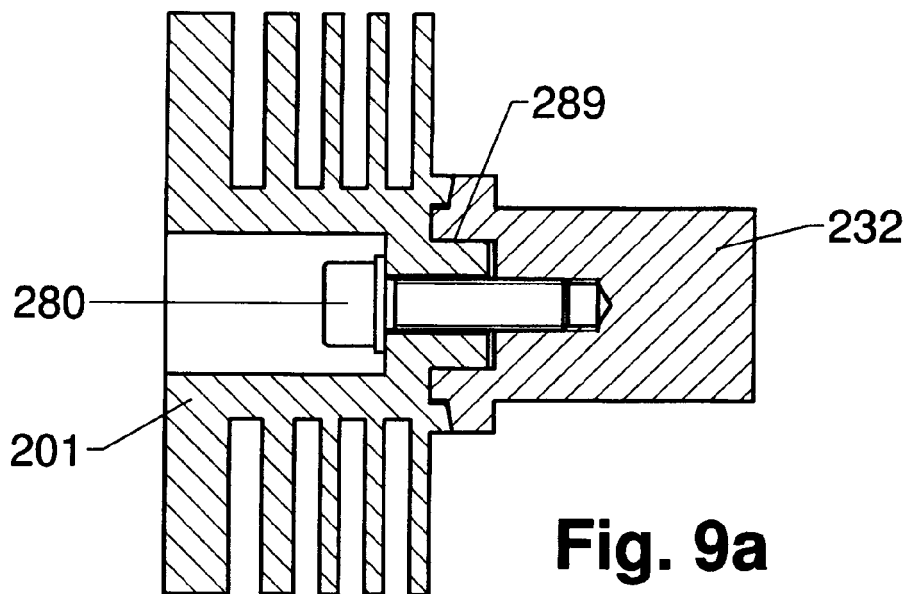
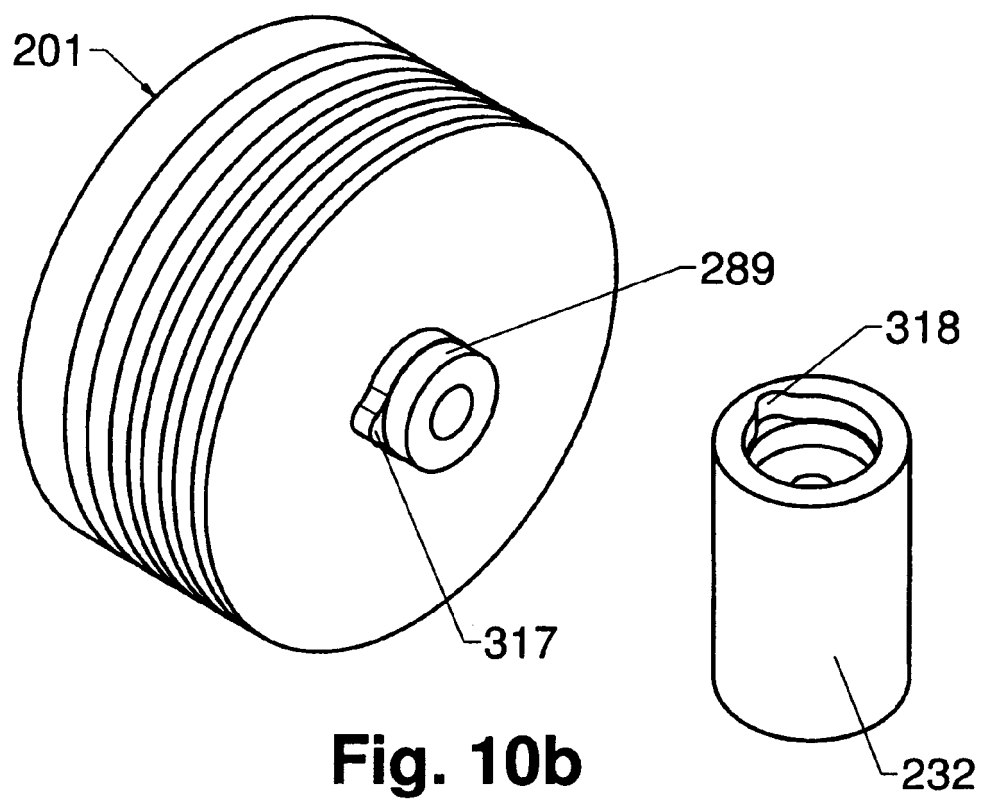
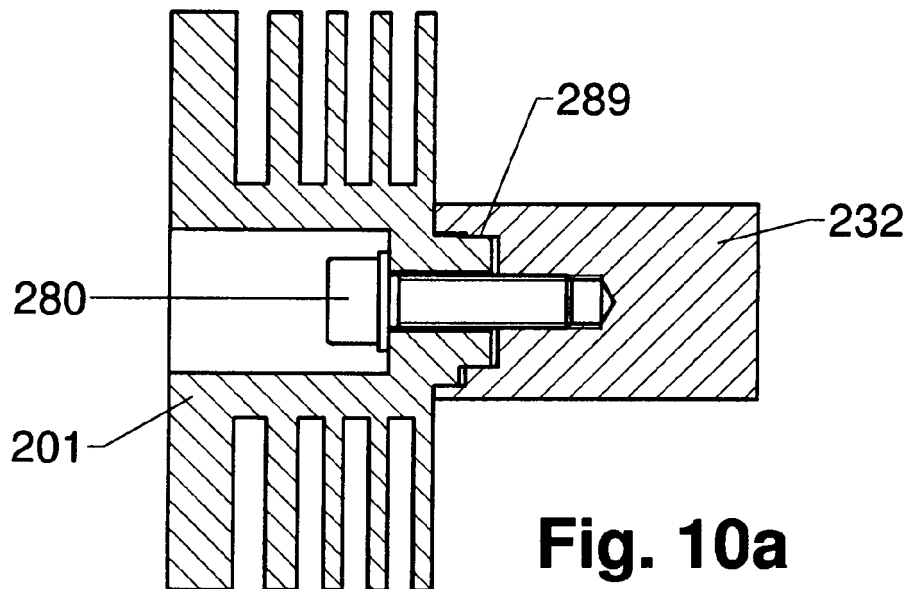


Fig. 8b





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 202005019644 U1 [0002]
- WO 2012077411 A1 [0006]