

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50858/2023
(22) Anmeldetag: 23.10.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2024

(51) Int. Cl.: **F17C 13/04** (2006.01)
F17C 1/00 (2006.01)

(30) Priorität:
14.11.2022 AT GM 76/2022 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102010018700 A1
US 2016123532 A1
WO 2017015536 A1
US 2010314396 A1

(71) Patentanmelder:
Zieger Andreas
8321 Hofstätten an der Raab (AT)

(72) Erfinder:
Zieger Andreas
8321 Hofstätten an der Raab (AT)

(74) Vertreter:
Schwarz & Partner Patentanwälte GmbH
1010 Wien (AT)

(54) **Druckbehälter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Faserverbund-Druckbehälter (100) zur Speicherung von flüssigen oder gasförmigen Medien, umfassend einen Innenbehälter (1) zur Aufnahme des Mediums mit einer Öffnung (2) und einer Dichtfläche (7), einer Ventilaufnahme (3) zur teilweise radialen und teilweise axialen Abstützung des Innenbehälters (4), wobei die Ventilaufnahme (3) form- und/oder kraftschlüssig mit dem Innenbehälter (1) verbunden ist, eine Schale (5) aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters (4) und der Ventilaufnahme (3) zur Aufnahme der Kräfte infolge des Drucks im Innenbehälter (1) und einem Tankventil (4) zum Verschluss der Öffnung (2) mit einer Dichtfläche (13), wobei das Ventil (2) form- und/oder kraftschlüssig mit der Ventilaufnahme (3) verbunden ist, wobei das Dichtmittel (14) zwischen der Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) und der Dichtfläche (13) des Tankventils (4) dichtet und die Wandstärke des Innenbehälters (1) im Bereich des Dichtmittels (14) in Analogie zum Polymer-Metall-Verbundlager maximal 0,5 mm + zulässige Verpressung des Dichtmittels (14) beträgt.

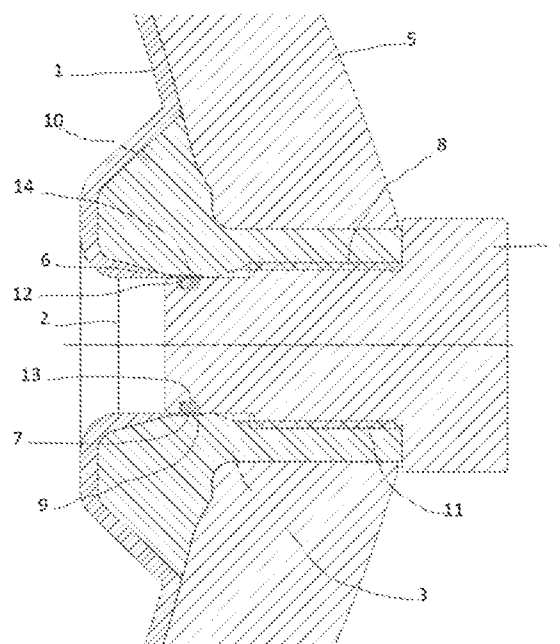


Fig. 1B

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Faserverbund-Druckbehälter (100) zur Speicherung von flüssigen oder gasförmigen Medien, umfassend einen Innenbehälter (1) zur Aufnahme des Mediums mit einer Öffnung (2) und einer Dichtfläche (7), einer Ventilaufnahme (3) zur teilweise radialen und teilweise axialen Abstützung des Innenbehälters (4), wobei die Ventilaufnahme (3) form- und/oder kraftschlüssig mit dem Innenbehälter (1) verbunden ist, eine Schale (5) aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters (4) und der Ventilaufnahme (3) zur Aufnahme der Kräfte infolge des Drucks im Innenbehälter (1) und einem Tankventil (4) zum Verschluss der Öffnung (2) mit einer Dichtfläche (13), wobei das Ventil (2) form- und/oder kraftschlüssig mit der Ventilaufnahme (3) verbunden ist, wobei das Dichtmittel (14) zwischen der Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) und der Dichtfläche (13) des Tankventils (4) dichtet und die Wandstärke des Innenbehälters (1) im Bereich des Dichtmittels (14) in Analogie zum Polymer-Metall-Verbundlager maximal 0,5 mm + zulässige Verpressung des Dichtmittels (14) beträgt.

(Fig. 1B)

Druckbehälter

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Faserverbund-Druckbehälter zur Speicherung von gasförmigen oder flüssigen Medien unter Druck nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Gasförmige Energieträger wie z.B. Wasserstoff gewinnen aufgrund ihres CO₂-Einsparpotentials zunehmend an Bedeutung. Eine Kraftstoffversorgungsanlage eines gasbetriebenen Kraftfahrzeuges umfasst als Hauptkomponenten einen Druckbehälter zur Aufnahme des Kraftstoffes bei Nenndrücken von bis zu 700 bar, ein Tankventil zum Verschließen des Druckbehälters und einen Druckregler zur Reduktion des Speicherdruckes auf den Versorgungsdruck des Verbrauchers.

Derartige Faserverbund-Druckbehälter sind bekannt und umfassen einen Innenbehälter mit zumindest einer Öffnung, eine Ventilaufnahme, ein Tankventil und eine außenseitig angeordnete lasttragende Schale aus einem Faserverbundstoffwerkstoff, sowie eine oder mehrere Dichtstellen zwischen Innenbehälter, Ventilaufnahme und Tankventil, wobei die Abdichtung durch Anspritzen und einen O-Ring oder durch zwei O-Ringe erfolgt.

Derartige Faserverbund-Druckbehälter mit einer Dichtstelle zwischen Innenbehälter, Ventilaufnahme und Tankventil sind u.a. aus DE102007011211B3 oder EP000004036458A1 bekannt.

DE102007011211B3 offenbart einen Druckbehälter, bei dem ein O-Ring als Dichtmittel in einer Nut des Tankventils gegen einen Kunststoff-Innenbehälter abdichtet.

EP000004036458A1 offenbart einen Druckbehälter, bei dem ein O-Ring als Dichtmittel in einer Nut des Kunststoff-Innenbehälters gegen das Tankventil dichtet.

Diese beiden Konstruktionen sind daher nur bedingt geeignet, eine dauerhafte Dichtheit sicherzustellen: Die Dichtwirkung eines „elastischen“ Dichtmittels basiert auf dem Umstand, dass das Dichtungsmaterial nach einer Deformierung in seine ursprüngliche Form zurückkehren möchte. Durch eine radiale oder axiale Verpressung, d.h. Verformung des Dichtmittels entsteht in den Berührflächen des Dichtmittels und dem Dichtmittel ein von der Höhe der Verpressung abhängiger Kontaktdruck oder Dichtpressung, die im drucklosen Zustand die Dichtwirkung sicherstellt. Ein anliegender Druck erhöht den Kontaktdruck und somit die Dichtwirkung des Dichtmittels. Abhängig vom Verpressungsgrad des Dichtmittels, dem anliegenden Druck, der Temperatur und der Interaktion des Dichtmittels mit den umgebenden Medien treten Kriechvorgänge auf, die zu einem Abbau der durch die Verpressung des Dichtmittels erzeugten Dichtpressung führen. Gleichzeitig erfolgt aufgrund der Dichtpressung des Dichtmittels eine plastische bzw. viskoelastische Verformung des

Kunststoff-Innenbehälters, die ebenfalls zu einem Abbau der Dichtpressung und damit zu einem Dichtheitsverlust führt.

Technische Aufgabe

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden, insbesondere wird die dauerhafte Dichtheit des Faserverbund-Druckbehälters verbessert.

Erfindungsgemäß wird die vorliegende Aufgabe durch Bereitstellung eines Faserverbund-Druckbehälters mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Technische Lösung

Die Aufgabe wird durch die Bemessung der Dichtstelle in Analogie zum Metall-Polymer-Verbundlager gelöst, wobei der Kunststoff-Innenbehälter die Polymerschicht des Metall-Polymer-Verbundlagers darstellt und die Ventilaufnahme den metallischen Grundkörper des Metall-Polymer-Verbundlagers darstellt.

Metall-Polymer-Verbundlager erreichen aufgrund der geringen Wandstärke der Polymerschicht und der Stützwirkung des metallischen Grundkörpers und des dahinterliegenden Materials statische Tragfähigkeiten von bis zu 250 N/mm^2 , welche erheblich höher liegen als die Belastung des Kunststoff-Innenbehälters durch den Kontaktdruck des Dichtmittels infolge der Verpressung des Dichtmittels und der Druckkraft des Fluids im Kunststoff-Innenbehälter.

Die Wandstärke des Kunststoff-Innenbehälters ist im Bereich des Dichtmittels, und zwar zumindest im Kontaktbereich des Dichtmittels mit der Dichtfläche des Kunststoff-Innenbehälters so gering wie fertigungstechnisch bzw. aufgrund der Permeationsanforderungen möglich auszuführen, um den Dichtungsverlust durch die plastische oder viskoelastische Verformung des Kunststoff-Innenbehälters zu begrenzen und beträgt in Summe die maximalen Wandstärke der Polymerschicht eines Metall-Polymer-Verbundlagers von 0,05 mm bis 0,5 mm und zusätzlich maximal 100% der zulässigen Verpressung des Dichtmittels, wobei der untere Wert der sich daraus ergebenden Wandstärke des Innenbehälters aufgrund der höheren Dichtpressung bevorzugt für ein polymeres oder metallisches Dichtmittel sowie für ein elastomeres Dichtmittel mit kleiner Kontaktfläche zur Dichtfläche des Innenbehälters oder ein elastomeres Dichtmittel mit hoher Shore-Härte und wobei der obere Wert der Wandstärke des Innenbehälters aufgrund der geringeren Dichtpressung bevorzugt für ein elastomeres Dichtmittel gilt.

Kommt es durch die Kontaktkraft des Dichtmittels durch die Verpressung und durch den Fülldruck im Innenbehälter zu einer plastischen oder viskoelastischen Verformung des Dichtmittels, so ist die Wandstärke des Kunststoff-Innenbehälters in unmittelbarer Nähe des Dichtmittels um diese Verformung zu reduzieren, sodass die Wandstärke des Kunststoff-Innenbehälters im Bereich des Dichtmittels, und zwar zumindest im Kontaktbereich des Dichtmittels mit dem Kunststoff-Innenbehälter so gering wie fertigungstechnisch möglich ausgeführt und beträgt in Summe die maximalen Wandstärke der Polymerschicht eines Metall-Polymer-Verbundlagers von 0,05 mm bis 0,5 mm und zusätzlich 75% - 90% der zulässigen Verpressung des Dichtmittels.

Eine weitere Reduktion der maximalen Wandstärke des Innenbehälters im Bereich des Dichtmittels ist bei länger wirkenden Einsatztemperaturen über 50°C und/oder bei länger wirkenden Innendrücken von mehr als 350 bar vorteilhaft und beträgt in Summe die maximalen Wandstärke der Polymerschicht eines Metall-Polymer-Verbundlagers von 0,05 mm bis 0,5 mm und zusätzlich 50% - 75% der zulässigen Verpressung des Dichtmittels.

Die minimale Wandstärke des Innenbehälters im Bereich des Dichtmittels ist durch die Fertigung bzw. durch die Permeationsanforderungen festgelegt.

Die Wandstärke des Innenbehälters beträgt üblicherweise 3-4mm. Die radiale Verpressung eines ISC-O-Rings mit einer Schnurstärke von z.B. 3,5 mm beträgt nominal 0,8mm. Die maximale Wandstärke des Innenbehälters unter dem O-Ring beträgt 0,85mm ($0,05\text{mm} + 100\% \times 0,8\text{mm}$) bis 1,3mm ($0,5\text{mm} + 100\% \times 0,8\text{mm}$), wobei bei einer Wandstärkenreduktion des Innenbehälters in der Größenordnung der Verpressung des O-Rings kein Dichtdruck durch den O-Ring mehr vorliegt und die Dichtstelle bei einem Setzen des O-Rings bereits undicht wird. Die bevorzugte Wandstärke des Innenbehälters unter dem O-Ring beträgt 0,65mm ($0,05\text{mm} + 75\% \times 0,8\text{mm}$) bis 1,22mm ($0,5\text{mm} + 90\% \times 0,8\text{mm}$), wobei bei einer Wandstärkenreduktion des Innenbehälters in der Größenordnung der Verpressung des O-Rings noch ein Dichtdruck durch den O-Ring vorliegt und die Dichtstelle ohne weitere Verformung des Innenbehälters erst bei einem Setzen des O-Rings von 10-25% der Verpressung undicht wird. Die besonders bevorzugte Wandstärke des Innenbehälters unter dem O-Ring beträgt 0,45mm ($0,05\text{mm} + 50\% \times 0,8\text{mm}$) bis 1,1mm ($0,5\text{mm} + 75\% \times 0,8\text{mm}$), wobei bei einer Wandstärkenreduktion des Innenbehälters in der Größenordnung der Verpressung des O-Rings noch ein Dichtdruck durch den O-Ring vorliegt und die Dichtstelle ohne weitere Verformung des Innenbehälters erst bei einem Setzen des O-Rings von 25-50% der Verpressung undicht wird.

Der offenbarte Faserverbund-Druckbehälter ermöglicht aufgrund der hohen Tragfähigkeit der dünnen Polymerschicht und der stabilen Stützwirkung der dahinterliegenden Ventilaufnahme den Verbau eines radial oder eines axial dichtenden Dichtmittels aus einem Elastomer wie z.B. einer O-Ring-Dichtung sowie den Verbau eines radial oder eines axial

dichtenden Dichtmittels aus einem Polymer wie z.B. einer Foreseal -Dichtung oder den Verbau eines radial oder eines axial dichtenden Dichtmittels aus einem Metall wie z.B. eine C-Ring-Dichtung: Bei einer radialen Abdichtung ist das Dichtmittel zur Abdichtung zwischen dem Innenbehälter und dem Tankventil in einer radial nach außen offenen Nut des Tankventils oder in einer radial nach innen offenen Nut des Innenbehälter angeordnet. Bei einer axialen Abdichtung ist das Dichtmittel zur Abdichtung zwischen dem Innenbehälter und dem Tankventil in einer axial zum Innenbehälter offenen Nut des Tankventils oder in einer axial zum Tankventil offenen Nut des Innenbehälter angeordnet.

Durch diese Auslegung ist sichergestellt, dass das Dichtmittel auch bei einem kompletten Verlust der Wandstärke des Innenbehälters im Bereich des Dichtmittels aufgrund von Kriechvorgängen, wobei der Innenbehälter in diesem Fall nur mehr in hauchdünner Form vorliegt, durch die Druckkraft des Fluids im Innenbehälter bei minimalen Fülldruck an die beiden Dichtflächen angedrückt wird und dauerhaft abdichtet.

Durch die Kombination aus einem dünnwandigen Kunststoff auf einem stabilen metallischen Stützkörper wie der Ventilaufnahme wird, wie bei einem Metall-Polymer-Verbundlager, eine hohe Tragfähigkeit und eine geringe plastische bzw. viskoelastische Verformung erreicht.

Durch die Ausführung des Faserverbund-Druckbehälters mit einer Dichtstelle in Analogie zu einem Metall-Polymer-Verbundlager mit hoher Tragfähigkeit und geringer Kriechneigung wird eine dauerhafte Dichtheit des Faserverbund-Druckbehälters zwischen dem Innenbehälter und dem Tankventil sichergestellt.

Durch die Ausführung des Faserverbund-Druckbehälters mit einer Dichtstelle in Analogie zu einem Metall-Polymer-Verbundlager mit hoher Tragfähigkeit und geringer Kriechneigung können Dichtungswerkstoffe mit höheren Kontaktkräften wie z.B. Polymere oder Metalle eingesetzt werden.

Ausführungsformen

Der erfindungsgemäße Faserverbund-Druckbehälter sowie alternative Ausführungsvarianten werden in weiterer Folge anhand der Figuren erläutert.

Figur 1A zeigt einen erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälter in einer bevorzugten Ausführungsform mit einem radial dichtenden Dichtmittel in einer Nut des Tankventils. Figur 1B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Figur 1A.

Figur 2A zeigt den erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälter in einer alternativen Ausführungsvariante mit einem radial dichtenden Dichtmittel in einer Nut des Kunststoff-Innenbehälters. Figur 2B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Figur 2A.

Figur 3A zeigt eine weitere alternative Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälter mit einem radial dichtenden Dichtmittel in einer Nut des Kunststoff-Innenbehälters. Figur 3B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Figur 3A.

Figur 4A zeigt eine weitere alternative Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälter mit einem axial dichtenden Dichtmittel in einer Nut des Tankventils. Figur 4B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Figur 4A.

Figur 5A zeigt eine weitere alternative Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälter mit einem axial dichtenden Dichtmittel in einer Nut des Innenbehälters. Figur 5B zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Figur 5A.

Fig. 1A und Fig. 1B zeigen einen Ausschnitt einer ersten möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälters 100 umfassend einen Kunststoff-Innenbehälter 1 zur Aufnahme eines Fluids mit einer Öffnung 2, eine Ventilaufnahme 3 zur Aufnahme eines Tankventils 4 sowie zur Abstützung des Kunststoff-Innenbehälters 1 und eine außenliegende lasttragende Schale 5 aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters 1 und der Ventilaufnahme 3. Der Innenbehälter 1 umfasst einen nach außen gerichteten zylindrischen Kragen 6 mit einer in radialer Richtung nach innen wirkenden zylindrischen Dichtfläche 7, wobei der Bereich des Kragens 6 im Normalbetrieb in radialer und in axialer Richtung an der Ventilaufnahme 3 und der restliche Innenbehälter 1 an der Schale 5 anliegt. Die Ventilaufnahme 3 umfasst ein Befestigungsgewinde 8, einen zylindrischen Stützbereich 9 zur radialen Abstützung des Innenbehälters im Bereich der Dichtfläche 7, einen Flansch 10 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1 und liegt im Normalbetrieb am Innenbehälter 1 und der Schale 5 an. Das Tankventil 4 umfasst ein Befestigungsgewinde 11 zur Verschraubung mit dem Befestigungsgewinde 8 und einer radial nach außen offenen Nut 12 mit einer radial wirkenden Dichtfläche 13 zur Aufnahme eines Dichtmittels 14, wobei das Dichtmittel 14 gegen die Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 dichtet.

Der Druckraum 15 zur Speicherung des Fluids wird vom Innenbehälter 1, dem Tankventil 4 und dem Dichtmittel 14 begrenzt. Die radiale Verpressung des Dichtmittels 14 im eingebauten Zustand erzeugt eine radiale Anpresskraft zwischen den zugeordneten Dichtflächen 7 und 13 zur Erzielung der Dichtwirkung und Abdichtung des Druckraums 15.

Das Dichtmittel 14 liegt im Normalbetrieb an der druckabgewandten Seite der Nut 12 des Tankventils 4 an und überträgt die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf das Tankventil 4.

Fig. 2A und Fig. 2B zeigen einen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälters 100 umfassend einen Innenbehälter 1 zur

Aufnahme eines Fluids mit einer Öffnung 2, eine Ventilaufnahme 3 zur Aufnahme eines Tankventils 4 sowie zur Abstützung des Kunststoff-Innenbehälters 1 und eine außenliegende lasttragende Schale 5 aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters 1 und der Ventilaufnahme 3. Der Innenbehälter 1 umfasst einen nach außen gerichteten zylindrischen Kragen 6, eine radial nach innen offenen Nut 16 mit einer radial wirkenden Dichtfläche 7 zur Aufnahme eines Dichtmittels 14, wobei der Bereich des Kragens 6 im Normalbetrieb in radialer und in axialer Richtung an der Ventilaufnahme 3 und der restliche Innenbehälter 1 an der Schale 5 anliegt. Die Ventilaufnahme 3 umfasst ein Befestigungsgewinde 8, einen zylindrischen Stützbereich 9 zur radialen Abstützung des Innenbehälters 1 im Bereich der Dichtfläche 7, einen Flansch 10 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1 und liegt im Normalbetrieb am Innenbehälter 1 und der Schale 5 an. Das Tankventil 4 umfasst ein Befestigungsgewinde 11 zur Verschraubung mit dem Befestigungsgewinde 8 und eine radial wirkende Dichtfläche 13 zur Abdichtung gegen das Dichtmittel 14.

Der Druckraum 15 zur Speicherung des Fluids wird vom Innenbehälter 1, dem Tankventil 4 und dem Dichtmittel 14 begrenzt.

Die radiale Verpressung des Dichtmittels 14 im eingebauten Zustand erzeugt eine radiale Anpresskraft zwischen den zugeordneten Dichtflächen 7 und 13 zur Erzielung der Dichtwirkung und Abdichtung des Druckraums 15.

Das Dichtmittel 14 liegt im Normalbetrieb an der druckabgewandten Seite der Nut 16, d.h. an der Ventilaufnahme 3 an und überträgt die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf die Ventilaufnahme 3, wodurch die Kraft des Tankventils 4 sinkt.

Fig. 3A und Fig. 3B zeigen einen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälters 100 umfassend einen Innenbehälter 1 zur Aufnahme des Fluids mit einer Öffnung 2, eine Ventilaufnahme 3 zur Aufnahme eines Tankventils 4 sowie zur Abstützung des Kunststoff-Innenbehälters 1 und eine außenliegende lasttragende Schale 5 aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters 1 und der Ventilaufnahme 3. Der Innenbehälter 1 umfasst einen nach außen gerichteten zylindrischen Kragen 6, eine radial nach innen offenen Nut 16 mit einer radial wirkenden Dichtfläche 7 zur Aufnahme eines Dichtmittels 14, wobei der Bereich des Kragens 6 im Normalbetrieb in radialer und in axialer Richtung an der Ventilaufnahme 3 und der restliche Innenbehälter 1 an der Schale 5 anliegt. Die Ventilaufnahme 3 umfasst ein Befestigungsgewinde 8, einen zylindrischen Stützbereich 9 zur radialen Abstützung des Innenbehälters 1 im Bereich der Dichtfläche 7, einen Flansch 10 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1 und liegt im Normalbetrieb am Innenbehälter 1 und der Schale 5 an. Das Tankventil 4 umfasst ein Befestigungsgewinde 11 zur Verschraubung mit dem

Befestigungsgewinde 8 und eine radial wirkenden Dichtfläche 13, wobei das Dichtmittel 14 gegen die Dichtfläche 13 des Tankventils 4 dichtet.

Der Druckraum 15 zur Speicherung des Fluids wird vom Innenbehälter 1, dem Tankventil 4 und dem Dichtmittel 14 begrenzt. Die radiale Verpressung des Dichtmittels 14 erzeugt eine radiale Anpresskraft zwischen den zugeordneten Dichtflächen 7 und 13 zur Erzielung der Dichtwirkung und Abdichtung des Druckraums 15.

Das Dichtmittel 14 liegt im Normalbetrieb an der druckabgewandten Seite der Nut 16, d.h. am Tankventil 4 an und überträgt die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf das Tankventil 4.

Fig. 4A und Fig. 4B zeigen einen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälters 100 umfassend einen Innenbehälter 1 zur Aufnahme eines Fluids mit einer Öffnung 2, eine Ventilaufnahme 3 zur Aufnahme eines Tankventils 4 sowie zur Abstützung des Kunststoff-Innenbehälters 1 und eine außenliegende lasttragende Schale 5 aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters 1 und der Ventilaufnahme 3. Der Innenbehälter 1 umfasst einen nach außen gerichteten zylindrischen Kragen 6 mit einer in axialer Richtung wirkenden ebenen Dichtfläche 7, wobei der Bereich des Kragens 6 im Normalbetrieb in radialer und in axialer Richtung an der Ventilaufnahme 3 und der restliche Innenbehälter 1 an der Schale 5 anliegt. Die Ventilaufnahme 3 umfasst ein Befestigungsgewinde 8, einen zylindrischen Stützbereich 9 zur radialen Abstützung des Innenbehälters 1, einen Flansch 10 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1, einen Stützbereich 17 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1 im Bereich der Dichtfläche 7 und liegt im Normalbetrieb am Innenbehälter 1 und der Schale 5 an. Das Tankventil 4 umfasst ein Befestigungsgewinde 11 zur Verschraubung mit dem Befestigungsgewinde 8 und eine in axialer Richtung offene Nut 12 mit einer axial wirkenden Dichtfläche 13 zur Aufnahme eines Dichtmittels 14, wobei das Dichtmittel 14 gegen die Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 dichtet.

Der Druckraum 15 zur Speicherung des Fluids wird vom Innenbehälter 1, dem Tankventil 4 und dem Dichtmittel 14 begrenzt. Die axiale Verpressung des Dichtmittels 14 im eingebauten Zustand erzeugt eine axiale Anpresskraft zwischen den zugeordneten Dichtflächen 7 und 13 zur Erzielung der Dichtwirkung und Abdichtung des Druckraums 15.

Das Dichtmittel 14 liegt im Normalbetrieb an der Dichtfläche 13 des Tankventils 4 an und überträgt die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf das Tankventil 4.

Fig. 5A und Fig. 5B zeigen einen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Faserverbund-Druckbehälters 100 umfassend einen Innenbehälter 1 zur Aufnahme eines Fluids mit einer Öffnung 2, eine Ventilaufnahme 3 zur Aufnahme eines Tankventils 4 sowie zur Abstützung des Kunststoff-Innenbehälters 1 und eine außenliegende lasttragende Schale 5 aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters 1 und der Ventilaufnahme 3. Der Innenbehälter 1 umfasst einen im Wesentlichen normal auf die Längsachse des Innenbehälters 1 ausgeführten Stützbereich 17, eine axial nach außen offene Nut 16 zur Aufnahme des Dichtmittels mit einer ebenen Dichtfläche 7, wobei der Stützbereich 17 im Normalbetrieb in axialer Richtung an der Ventilaufnahme 3 und der restliche Innenbehälter 1 außenseitig an der Schale 5 anliegt und wobei auf der Stützbereich 17 gegenüberliegenden Innenseite des Innenbehälters 1 ein Abstützteil 18 zur axialen Abstützung der Dichtfläche 7 angebracht ist. Die Ventilaufnahme 3 umfasst ein Befestigungsgewinde 8, einen zylindrischen Stützbereich 9 zur radialen Abstützung der Schale 5, einen Flansch 10 zur axialen Abstützung des Innenbehälters 1 und liegt im Normalbetrieb am Innenbehälter 1 und der Schale 5 an. Das Tankventil 4 umfasst ein Befestigungsgewinde 11 zur Verschraubung mit dem Befestigungsgewinde 8 und eine axial wirkende Dichtfläche 13, wobei das Dichtmittel 14 gegen die Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 dichtet.

Die Nut 16 zur Aufnahme des Dichtmittels wird in axialer Richtung durch den Raum zwischen der Dichtfläche 7 des Kunststoffbehälters 1 und der Dichtfläche 13 des Tankventils 4 gebildet und ist zumindest auf der Innenseite offen.

Der Druckraum 15 zur Speicherung des Fluids wird vom Innenbehälter 1, dem Tankventil 4 und dem Dichtmittel 14 begrenzt. Die axiale Verpressung des Dichtmittels 14 im eingebauten Zustand erzeugt eine axiale Anpresskraft zwischen den zugeordneten Dichtflächen 7 und 13 zur Erzielung der Dichtwirkung und Abdichtung des Druckraums 15.

Das Dichtmittel 14 liegt im Normalbetrieb an der druckabgewandten Seite der Nut 16 am Tankventils 4 an und überträgt die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf das Tankventil 4.

Vorzugsweise ist der Innenbehälter 1 aus einem Polymer gefertigt, wahlweise ist der Innenbehälter 1 aus einem Elastomer oder einem metallischen Werkstoff gefertigt.

Vorzugsweise ist der Innenbehälter 1 einteilig ausgeführt, wahlweise ist der Innenbehälter 1 mehrteilig ausgeführt, wobei die einzelnen Teile dicht miteinander verbunden sind.

Vorzugsweise wird die Dichtfläche 7 bei der Herstellung des Innenbehälters 1 oder von Teile des Innenbehälters 1 durch Spritzgießen, Blasformen, Rotationsguss oder dergleichen ohne nachfolgende Bearbeitung hergestellt, wahlweise wird der Bereich der Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 durch mechanische, thermische oder thermomechanische Bearbeitung hergestellt.

Vorzugsweise ist der Innenbehälter 1 mit einer Öffnung 2 ausgeführt, wahlweise ist der Innenbehälter 2 beidseitig mit einer Öffnung 2 ausgeführt.

Vorzugsweise ist der Innenbehälter 1 zur Übertragung von Kräften bzw. Drehmomenten bei der Herstellung der Schale 5 und im Betrieb an die Ventilaufnahme 3 angespritzt, wahlweise ist der Innenbehälter 1 zur Übertragung von Kräften bzw. Drehmomenten bei der Herstellung der Schale 5 und im Betrieb an die Ventilaufnahme 3 angeklebt, mit der Ventilaufnahme 3 verschraubt, mit der Ventilaufnahme 3 verpresst oder in geeigneter Ausführung kraft- und/oder formschlüssig mit der Ventilaufnahme 3 verbunden.

Vorzugsweise ist der Bereich zwischen dem Kragen 6 und den daran anschließenden Innenbehälter 1, also der Übergang zwischen dem sogenannten Dom-Bereich und dem Kragen 6, nach innen gewölbt, wahlweise ist der Bereich zwischen dem Kragen 6 und den daran anschließenden Innenbehälter 1 nach außen gewölbt oder ist im Wesentlichen senkrecht auf die Längsachse des Innenbehälters 1 ausgeführt.

Vorzugsweise erfolgt der Übergang von der Wandstärke des Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 zur Wandstärke des Innenbehälters 1 kontinuierlich, wahlweise erfolgt der Übergang von der Wandstärke des Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 zur Wandstärke des Innenbehälters 1 in Form einer oder mehreren Stufen.

Vorzugsweise erfolgt die radiale Abstützung des Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 durch die Ventilaufnahme, wahlweise erfolgt die radiale Abstützung der Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 durch einen Einlegeteil des Innenbehälters 1, d.h. durch einen Teil, der teilweise z.B. aufgeschobene Hülse oder teilweise umspritzte Hülse oder vollständig vom Innenbehälter 1 umgeben ist.

Vorzugsweise erfolgt die axiale Abstützung der Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 durch die Ventilaufnahme, wahlweise erfolgt die axiale Abstützung der Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 durch einen an Einlegeteil des Innenbehälters 1, d.h. durch einen Teil, der durch Anspritzen des Innenbehälters 1 teilweise z.B. aufgeschobene Hülse oder teilweise umspritzte Hülse oder vollständig vom Innenbehälter 1 umgeben ist.

Vorzugsweise ist der zylindrische Kragen 6 nach außen gerichtet, wahlweise ist der zylindrische Kragen 6 nach innen gerichtet. Wahlweise ist kein zylindrischer Kragen 6 ausgeführt und das Dichtmittel 14 dichtet gegen die Dichtfläche 7 eines im Wesentlichen senkrecht auf die Längsachse des Innenbehälters 1 ausgeführte Stützbereichs 17 oder gegen eine beliebig nach innen und/oder beliebig nach außen gewölbte Fläche.

Vorzugsweise ist die Nut 16 des Innenbehälters 1 offen ausgeführt, wahlweise ist die Nut 16 geschlossen ausgeführt.

Vorzugsweise hat die Nut 16 des Innenbehälters 1 einen rechteckigen Querschnitt, wahlweise hat die Nut 16 einen anderen als einen rechteckigen Querschnitt, z.B. einen dreieckigen Querschnitt.

Vorzugsweise hat die Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 bei einer radialen Verpressung des Dichtmittels 14 eine zylindrische Form, wahlweise hat die Dichtfläche 7 eine von der Zylinderform abweichende Form.

Vorzugsweise hat die Dichtfläche 7 des Innenbehälters 1 bei einer axialen Verpressung des Dichtmittels 14 eine ebene Form, wahlweise hat die Dichtfläche 7 eine von der Ebenheit abweichende Form.

Vorzugsweise ist die Ventilaufnahme 3 einteilig ausgeführt, wahlweise ist die Ventilaufnahme 3 mehrteilig ausgeführt, wobei die einzelnen Teile form- und/oder kraftschlüssig verbunden oder nicht verbunden sind.

Vorzugsweise hat die Anlagefläche des Dichtmittels 14 an der Ventilaufnahme 3 eine ebene Form, wahlweise hat die Anlagefläche des Dichtmittels 14 an der Ventilaufnahme 3 eine von der ebenen Form abweichende Form.

Vorzugsweise ist die Ventilaufnahme 3 mit einem nach außen und/oder nach innen gerichteten Profilen oder einem Flansch an der dem Flansch 10 gegenüberliegenden Seite versehen, sodass infolge eines Formschlusses mit der Schale 5 Kräfte und Drehmomente in axialer und/oder radialer Richtung zwischen der Ventilaufnahme 3 und der Schale 5 übertragbar sind.

Wahlweise sind die Ventilaufnahme 3 und das Tankventil 4 ein Bauteil. Vorzugsweise ist das Tankventil 4 ein Behälterventil zur Steuerung der Massenströme bei der Betankung, im Stillstand und im Betrieb, wahlweise ist das Tankventil 4 ein Verschluss zum Verschließen der Öffnung 2.

Vorzugsweise ist das Tankventil 4 einteilig ausgeführt, wahlweise ist das Tankventil 4 mehrteilig ausgeführt, wobei die einzelnen Teile im verbauten Zustand form- und/oder kraftschlüssig verbunden sind.

Vorzugsweise ist die Nut 12 des Tankventils 4 geschlossen ausgeführt, wahlweise ist die Nut 12 offen ausgeführt.

Vorzugsweise hat die Nut 12 des Tankventils 4 einen rechteckigen Querschnitt, wahlweise hat die Nut 12 einen anderen als einen rechteckigen Querschnitt, z.B. einen dreieckigen Querschnitt.

Vorzugsweise hat die Dichtfläche 13 des Tankventils 4 bei einer radialen Verpressung des Dichtmittels 14 eine zylindrische Form, wahlweise hat die Dichtfläche 13 eine von der Zylinderform abweichende Form.

Vorzugsweise hat die Dichtfläche 13 des Tankventils 4 bei einer axialen Verpressung des Dichtmittels 13 eine ebene Form, wahlweise hat die Dichtfläche 7 eine von der Ebenheit abweichende Form.

Vorzugsweise überträgt das Dichtmittel 14 die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf das Tankventil 4, wahlweise überträgt das Dichtmittel 14 die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf die Ventilaufnahme 3 oder wahlweise überträgt das Dichtmittel 14 die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf die Ventilaufnahme 3 und auf das Tankventil 4.

Vorzugsweise ist das Dichtmittel 14 aus einem Elastomer gefertigt, wahlweise ist das Dichtmittel 14 aus einem Polymer, einem Metall oder einer Kombination aus Elastomeren, und/oder Polymeren und/oder Metallen gefertigt.

Vorzugsweise dichtet ein Dichtmittel 14 zwischen dem Innenbehälter 1 und dem Tankventil 4, wahlweise dichten mehrere Dichtmittel 14 zwischen dem Innenbehälter 1 und dem Tankventil 4.

Vorzugsweise ist das Dichtmittel 14 im Bereich des größten Flanschdurchmessers 10 angeordnet.

Wahlweise ist ein Stützring auf der dem Druck abgewandten Seite verbaut, um eine Extrusion des Dichtmittels 14 zu verhindern. Wahlweise ist ein Stützring auf der dem Druck zugewandten Seite installiert, um eine Extrusion des Dichtmittels 14 bei Rückdruck zu verhindern.

Vorzugsweise ist der Abstützteil 18 ein abgewinkeltes Teil, wahlweise ist der Abstützteil 18 ein ebenes Teil.

Vorzugsweise ist der Abstützteil 18 form- und/oder kraftschlüssig mit dem Innenbehälter 1 verbunden.

Das vorgestellte Dichtprinzip mit einer Wandstärke des Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 von 0,05 mm bis 0,5 mm und zusätzlich maximal 100% der zulässigen Verpressung des Dichtmittels 14 kann in einfacher Weise auf die Abdichtung des Innenbehälters 1 zur Ventilaufnahme 3 übertragen werden, wobei die Dichtfläche 13 an der Ventilaufnahme 3 statt am Tankventil 4 ausgeführt ist, wobei das Dichtmittel 14 immer an der druckabgewandten Seite der Nut 16 an der Ventilaufnahme 3 anliegt und die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel 14 wirkende Axialkraft auf die Ventilaufnahme 3 überträgt. In diesem Fall ist ein weiteres Dichtmittel zur Abdichtung des Tankventils 4 zur Ventilaufnahme 3 erforderlich. Der für die Tragfähigkeit des Innenbehälters 1 im Bereich des Dichtmittels 14 erforderliche Stützbereich 9 ist ein Teil der Ventilaufnahme 3 oder ein separater Bauteil.

Bezugszeichenliste

1	Innenbehälter
2	Öffnung
3	Ventilaufnahme
4	Tankventil
5	Schale
6	Kragen
7	Dichtfläche
8	Befestigungsgewinde
9	Stützbereich
10	Flansch
11	Befestigungsgewinde
12	Nut
13	Dichtfläche
14	Dichtmittel
15	Druckraum
16	Nut
17	Stützbereich
18	Abstützteil
100	Faserverbund-Druckbehälter

Ansprüche

1. Faserverbund-Druckbehälter (100) zur Speicherung von flüssigen oder gasförmigen Medien, umfassend einen Innenbehälter (1) zur Aufnahme des Mediums mit einer Öffnung (2) und einer Dichtfläche (7), einer Ventilaufnahme (3) zur teilweise radialen und teilweise axialen Abstützung des Innenbehälters (1), wobei die Ventilaufnahme (3) form- und/oder kraftschlüssig mit dem Innenbehälter (1) verbunden ist, eine Schale (5) aus einem Faserverbundwerkstoff zur Umschließung des Innenbehälters (1) und der Ventilaufnahme (3) zur Aufnahme der Kräfte infolge des Drucks im Innenbehälter (1) und einem Tankventil (4) zum Verschluss der Öffnung (2) mit einer Dichtfläche (13), wobei das Tankventil (4) form- und/oder kraftschlüssig mit der Ventilaufnahme (3) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Dichtmittel (14) gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) und gegen die Dichtfläche (13) des Tankventils (4) dichtet, wobei die Wandstärke des Innenbehälters (1) im Bereich des Dichtmittels (14) maximal 0,5 mm plus die zulässige Verpressung des Dichtmittels (14) und vorzugsweise 0,05 mm plus 50% der zulässigen Verpressung des Dichtmittels (14) beträgt .
2. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtmittel (14) in einer Nut (12) des Tankventils (4) angeordnet ist, wobei das Dichtmittel (14) in radialer Richtung gegen die Dichtfläche (13) der des Tankventils (4) und gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) abdichtet, wobei das Dichtmittel (14) infolge des Druckes im Innenbehälter (1) in axialer Richtung am Tankventil (4) anliegt und die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel (14) wirkende Axialkraft auf das Tankventil (4) überträgt.
3. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtmittel (14) in einer Nut (16) des Innenbehälters (1) angeordnet ist, wobei das Dichtmittel (14) in radialer Richtung gegen die Dichtfläche (13) des Tankventils (4) und gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) abdichtet, wobei das Dichtmittel (14) infolge des Druckes im Innenbehälter (1)) in axialer Richtung am Tankventil (4) anliegt und die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel (14) wirkende Axialkraft auf das Tankventil (4) überträgt.
4. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtmittel (14) in einer Nut (16) des Innenbehälters (1) angeordnet ist, wobei das Dichtmittel (14) in radialer Richtung gegen die Dichtfläche (13) des Tankventils (4) und gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) abdichtet, wobei das Dichtmittel (14) infolge des Druckes im Innenbehälter (1)) in axialer Richtung an der

Ventilaufnahme (3) anliegt und die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel (14) wirkende Axialkraft auf die Ventilaufnahme (3) überträgt.

5. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtmittel (14) in einer Nut (12) des Tankventils (4) angeordnet ist, wobei das Dichtmittel (14) in axialer Richtung gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) und gegen die Dichtfläche (13) des Tankventils (4) abdichtet, wobei das Dichtmittel (14) infolge des Druckes im Innenbehälter (1)) in axialer Richtung am Tankventil (4) anliegt und das Dichtmittel (14) die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel (14) wirkende Axialkraft auf das Tankventil (4) überträgt.
6. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtmittel (14) in einer Nut (16) des Innenbehälters (1) angeordnet ist, wobei das Dichtmittel (14) in axialer Richtung gegen die Dichtfläche (7) des Innenbehälters (1) und gegen die Dichtfläche (13) des Tankventils (4) abdichtet, wobei das Dichtmittel (14) infolge des Druckes im Innenbehälter (1)) in axialer Richtung am Tankventil (4) anliegt und das Dichtmittel (14) die aus dem Innendruck auf das Dichtmittel (14) wirkende Axialkraft auf das Tankventil (4) überträgt.
7. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der der Dichtfläche (7) gegenüberliegenden Seite des Innenbehälters (1) ein Abstützteil (18) angeordnet ist.
8. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des Dichtmittels (14) ein Elastomer, ein Polymer, ein Metall oder eine Kombination aus einem Elastomer und/oder einem Polymer und/oder einem Metall ist.
9. Faserverbund-Druckbehälter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der druckabgewandten Seite des Dichtmittels (14) ein Stützring angeordnet ist.

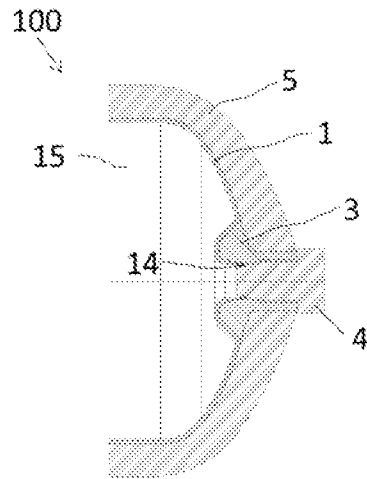


Fig. 1A

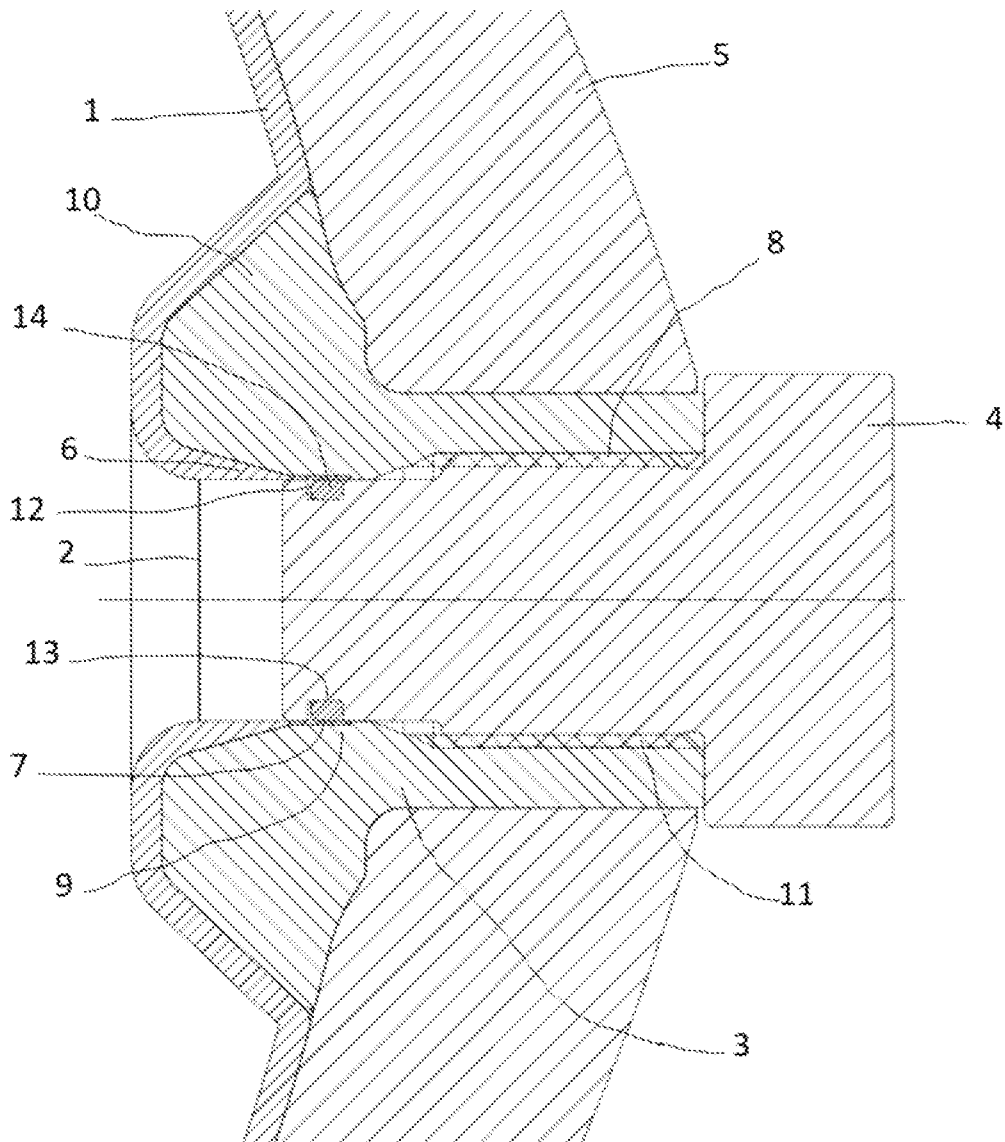


Fig. 1B

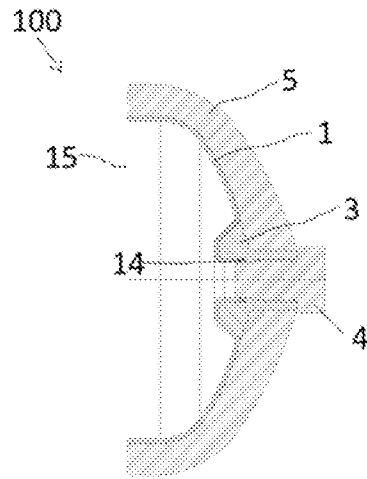


Fig. 2A

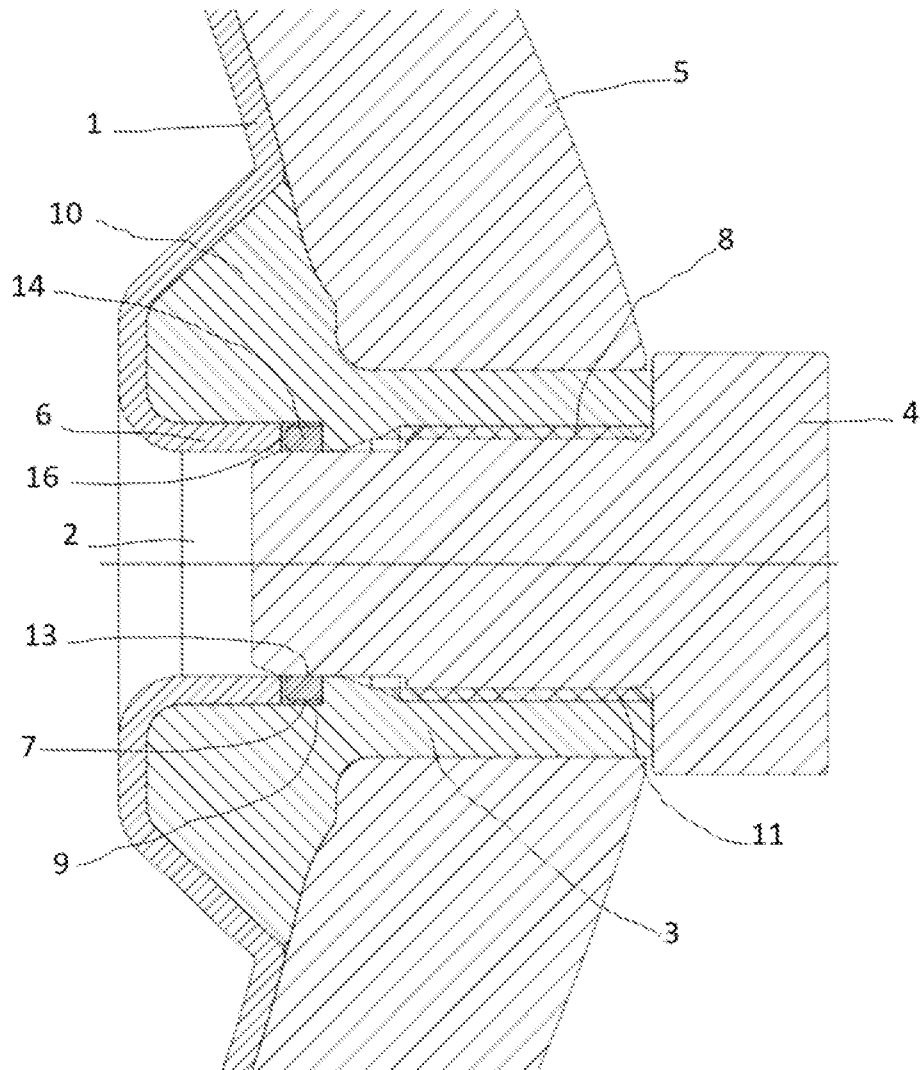


Fig. 2B

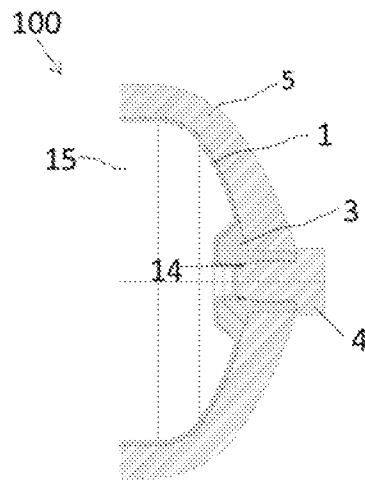


Fig. 3A

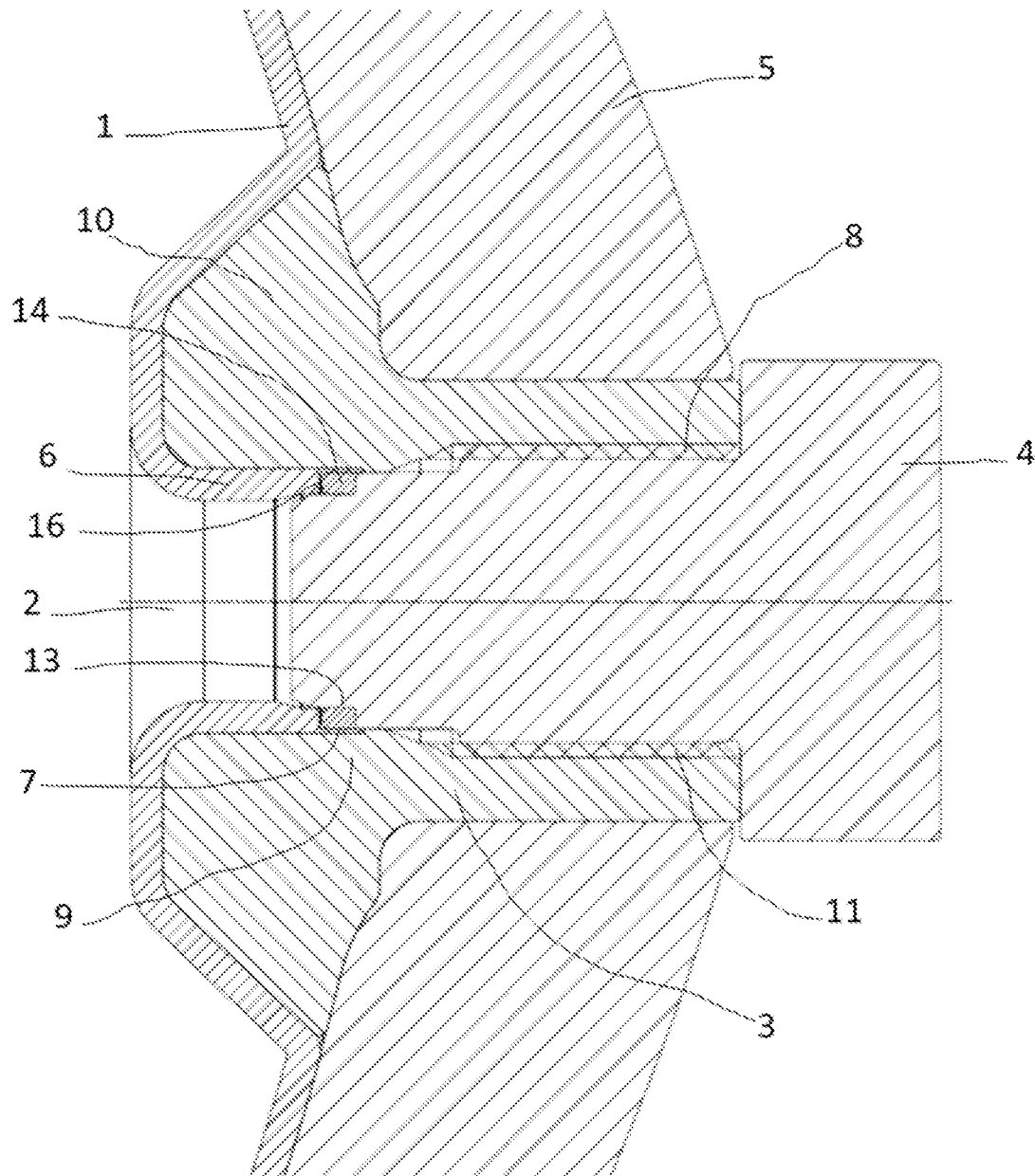


Fig. 3B

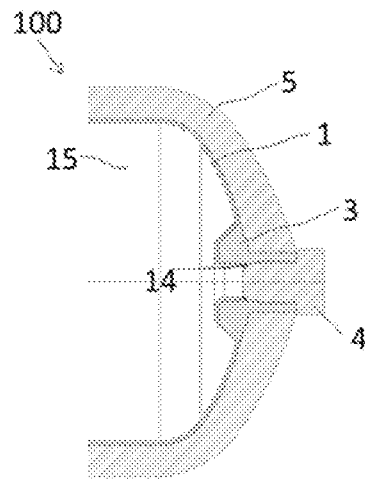


Fig. 4A

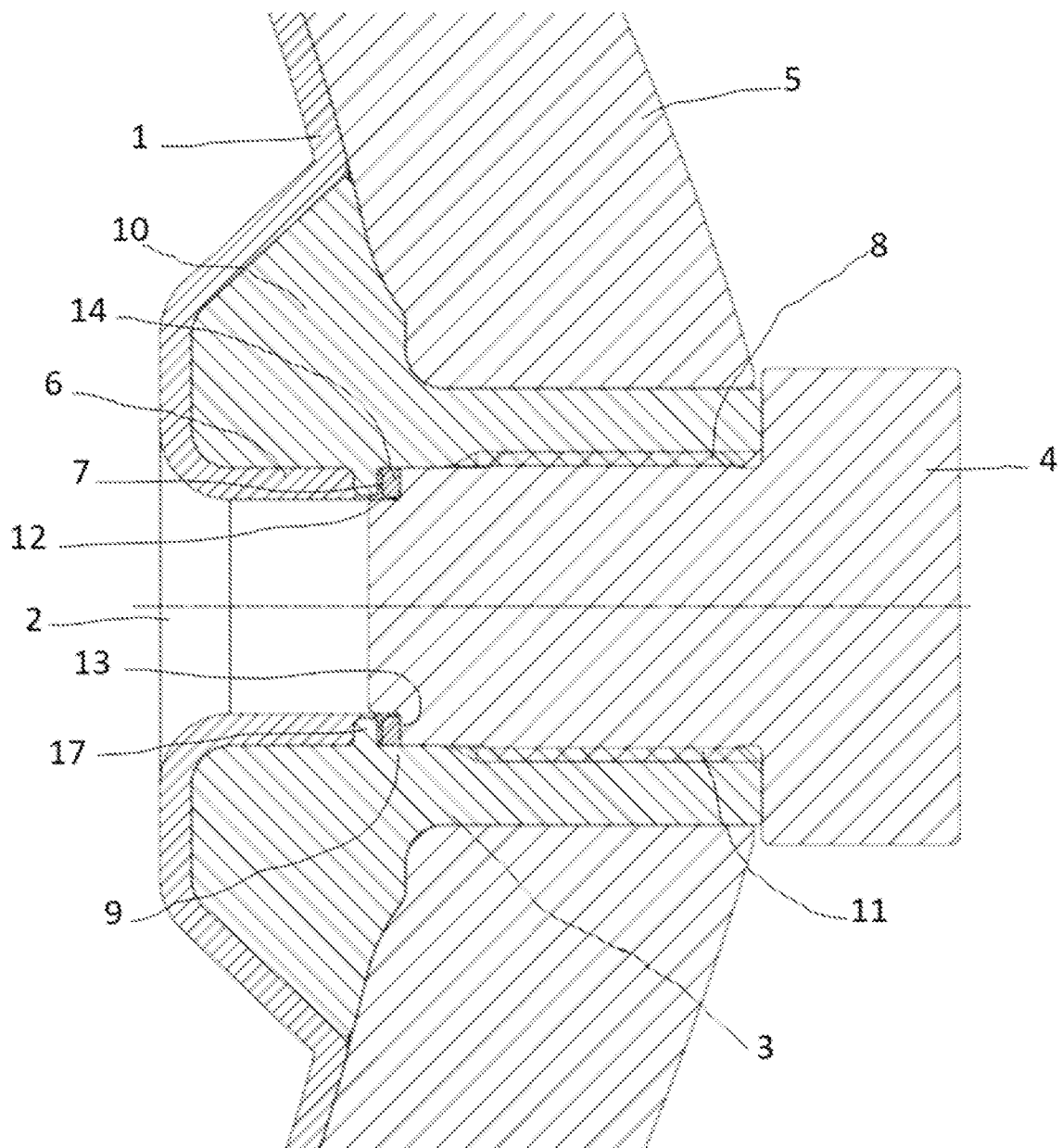


Fig. 4B

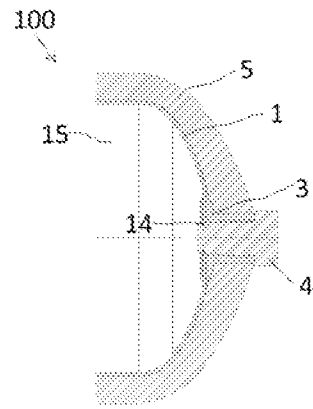


Fig. 5A

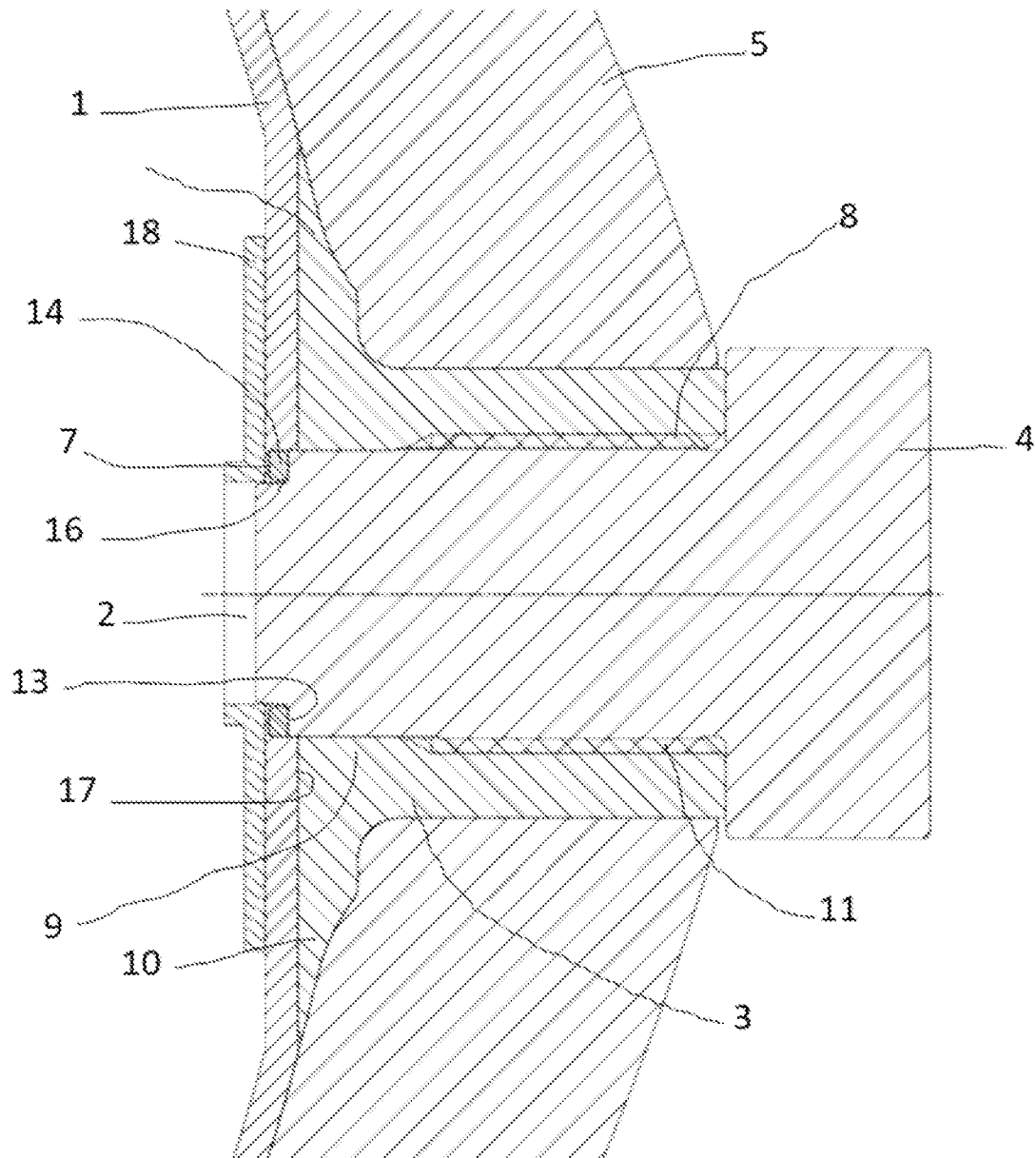


Fig. 5B