

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50181/2021 (51) Int. Cl.: **F01P 3/02** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 15.03.2021 **F02F 1/14** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2022 **F02F 1/40** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 3379063 A1  
DE 3618794 A1  
WO 202011926 A1  
AT 515143 B1  
AT 503182 A2  
AT 5039 U1  
AT 501008 A2

(71) Patentanmelder:  
AVL LIST GMBH  
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:  
Zapf Martin Ing.  
8624 Au bei Turnau (AT)  
Gelter Jürgen Dipl.Ing. (FH)  
8054 Graz (AT)

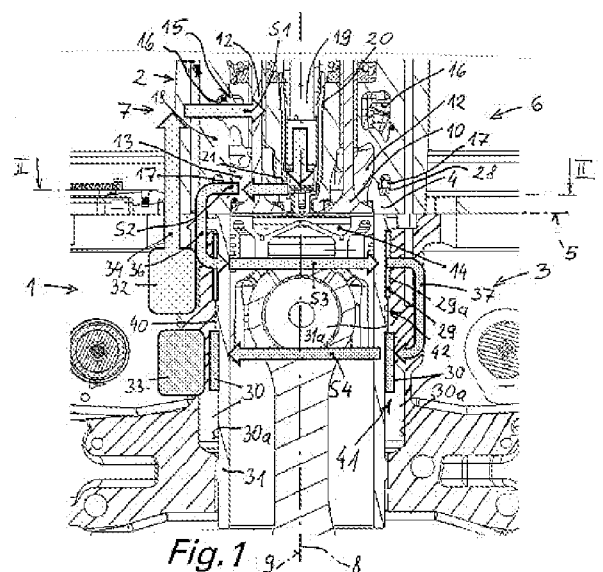
(74) Vertreter:  
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.  
1080 Wien (AT)

(54) **FLÜSSIGKEITSGEKÜHLTE BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) mit einem ein Top-Down Kühlkonzept aufweisenden Zylinderkopf (2) mit einem Kopfkühlraum (15) mit einem vom Feuerdeck (4) beabstandeten ersten Kopfteilkühlraum (16) und einem an das Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) grenzenden zweiten Kopfteilkühlraum (17), welcher durch ein Zwischendeck (18) vom ersten Kopfteilkühlraum (16) getrennt ist, wobei der erste Kopfteilkühlraum (16) und der zweite Kopfteilkühlraum (17) im Bereich eines zentralen Bauteils (19) miteinander über einen Übertrittskanal (21) im Zwischendeck (18) strömungsverbunden sind, mit einem im Zylinderblock (3) angeordneten Hauptzulaufkanal (32), welcher über einen ersten Strömungsübertritt (34) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) und einen Versorgungskanal (35) mit dem ersten Kopfteilkühlraum (16) verbunden ist, mit einem mit dem zweiten Kopfteilkühlraum (17) über einen zweiten Strömungsübertritt (36) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) strömungsverbundenen Blockkühlmantel (41).

Zur Verbesserung der Kühlung ist vorgesehen, dass der Blockkühlmantel (41) einen dem Feuerdeck (4) zugewandten ersten Blockteilkühlmantel (29), in welchen der zweite Strömungsübertritt (36) mündet, und einen von dem ersten Blockteilkühlmantel (29) getrennten und vom Feuerdeck (4) abgewandten

zweiten Blockteilkühlmantel (30) aufweist, wobei der erste Blockkühlmantel (29) mit dem zweiten Blockkühlmantel (30) über einen diametral zum zweiten Strömungsübertritt (36) angeordneten dritten Strömungsübertritt (37) strömungsverbunden ist, und wobei der zweite Blockteilkühlmantel (30) mit einem im Zylinderblock (2) angeordneten Hauptablaufkanal (33) verbunden ist.



## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1) mit einem ein Top-Down Kühlkonzept aufweisenden Zylinderkopf (2) mit einem Kopfkühlraum (15) mit einem vom Feuerdeck (4) beabstandeten ersten Kopfteilkühlraum (16) und einem an das Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) grenzenden zweiten Kopfteilkühlraum (17), welcher durch ein Zwischendeck (18) vom ersten Kopfteilkühlraum (16) getrennt ist, wobei der erste Kopfteilkühlraum (16) und der zweite Kopfteilkühlraum (17) im Bereich eines zentralen Bauteils (19) miteinander über einen Übertrittskanal (21) im Zwischendeck (18) strömungsverbunden sind, mit einem im Zylinderblock (3) angeordneten Hauptzulaufkanal (32), welcher über einen ersten Strömungsübertritt (34) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) und einen Versorgungskanal (35) mit dem ersten Kopfteilkühlraum (16) verbunden ist, mit einem mit dem zweiten Kopfteilkühlraum (17) über einen zweiten Strömungsübertritt (36) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) strömungsverbundenen Blockkühlmantel (41).

Zur Verbesserung der Kühlung ist vorgesehen, dass der Blockkühlmantel (41) einen dem Feuerdeck (4) zugewandten ersten Blockteilkühlmantel (29), in welchen der zweite Strömungsübertritt (36) mündet, und einen von dem ersten Blockteilkühlmantel (29) getrennten und vom Feuerdeck (4) abgewandten zweiten Blockteilkühlmantel (30) aufweist, wobei der erste Blockkühlmantel (29) mit dem zweiten Blockkühlmantel (30) über einen diametral zum zweiten Strömungsübertritt (36) angeordneten dritten Strömungsübertritt (37) strömungsverbunden ist, und wobei der zweite Blockteilkühlmantel (30) mit einem im Zylinderblock (2) angeordneten Hauptablaufkanal (33) verbunden ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, insbesondere Großmotor, mit einer Einlassseite und einer Auslassseite, welche auf verschiedenen Seiten einer durch eine Zylinderachse und eine Kurbelwellenachse aufgespannten Motorlängsebene angeordnet sind, mit einem ein Top-Down Kühlkonzept aufweisenden Zylinderkopf mit einem an einen Zylinderblock grenzenden Feuerdeck und einem Kopfkühlraum mit einem vom Feuerdeck beabstandeten ersten Kopfteilkühlraum und einem an das Feuerdeck des Zylinderkopfes grenzenden zweiten Kopfteilkühlraum, welcher durch ein Zwischendeck vom ersten Kopfteilkühlraum getrennt ist, wobei der erste Kopfteilkühlraum und der zweite Kopfteilkühlraum zumindest im Bereich eines zentralen Bauteils miteinander über zumindest einen Übertrittskanal im Zwischendeck strömungsverbunden sind, mit einem im Zylinderblock angeordneten Hauptzulaufkanal, welcher über einen ersten Strömungsübertritt im Feuerdeck des Zylinderkopfes und einen Versorgungskanal mit dem ersten Kopfteilkühlraum verbunden ist, mit zumindest einem mit dem zweiten Kopfteilkühlraum über zumindest einen zweiten Strömungsübertritt im Feuerdeck des Zylinderkopfes strömungsverbundenen Blockkühlmantel.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Kühlen einer derartigen Brennkraftmaschine.

Aus der AT 515 143 B1 und der AT 503 182 A2 ist jeweils eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf und einem Zylinderblock bekannt, wobei der Zylinderkopf zwei übereinander angeordnete Teilkühlräume aufweist, welche nach einem sogenannten Top-Down-Kühlkonzept durchströmt werden. Die beiden Teilkühlräume sind durch ein Zwischendeck voneinander getrennt und im Bereich einer zentral angeordneten Injektorhülse über zumindest einen Übertrittskanal miteinander strömungsverbunden. Das Kühlmittel wird über einen Zulaufkanal im Zylinderblock zugeführt, durchströmt einen den Zylinder umgebenden Kühlraum im Zylinderblock und wird über Strömungsübertritte im Feuerdeck und Versorgungskanäle direkt dem oberen Teilkühlraum des Zylinderkopfes zugeführt. Dadurch wird der Zylinderkopf sozusagen von oben nach unten durchströmt, wobei das Kühlmittel zuerst dem oberen Teilkühlraum zugeführt wird und nach Durchströmen des oberen Teilkühlraumes über den zumindest einen Übertrittskanal in den unteren Teilkühlraum strömt, wo das Kühlmittel über radiale Kühlkanäle im Bereich der Ventilbrücken radial von innen nach außen geführt wird

und schließlich den Zylinderkopf über seitlich angeordnete Ablaufkanal wieder verlässt.

Die AT 005 039 U1 beschreibt einen Zylinderblock für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Verteilerkanal und einem Sammelkanal für eine Kühlmittel, wobei der Verteilerkanal über dem Sammelkanal im Bereich einer Seitenwand des Zylinderblockes angeordnet und der Verteilerkanal über einen Zuführkanal mit einem ersten Kühlraum strömungsverbunden ist. Eine Zylinderkopfanschlussfläche des Zylinderblockes weist pro Zylinder zumindest eine vom ersten Kühlraum über einen Überströmkanal ausgehende Überströmöffnung zum Zylinderkopf und zumindest eine zum Sammelkanal führende Abflussöffnung für Kühlmittel aus dem Zylinderkopf auf, wobei die Überströmöffnung und die Abflussöffnung auf verschiedenen Seiten einer Motorlängsebene angeordnet sind. Der erste Kühlraum ist mit einem in Richtung des Kurbelraumes anschließenden zweiten Kühlraum um die Zylinderlaufbuchse strömungsverbunden, welcher über zumindest eine Übertrittsöffnung mit dem Verteilerkanal verbunden ist.

Die AT 501 008 A2 offenbart eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Kühlmantel um die Zylinder im Kurbelgehäuse, mit Einzelzylinderköpfen mit zumindest zwei übereinander im Zylinderkopf angeordneten Kühlräumen, wobei der Kühlmantel des Kurbelgehäuses und der untere Kühlraum im Zylinderkopf über vier am Umfang des Zylinders gleichmäßig verteilte Übertrittsöffnungen pro Zylinder miteinander verbunden sind. Längs einer Kurbelgehäusesseitenwand ist ein Zulaufverteilterraum und ein Rücklaufsammelraum für das Kühlmittel angeordnet. Der Zulaufverteilterraum ist über zumindest einen Verbindungskanal pro Zylinder mit dem Kühlmantel des Kurbelgehäuses verbunden wobei jeder Verbindungskanal radial in den Kühlmantel einmündet. Der Rücklaufsammelraum ist mit dem unteren Kühlraum des Zylinderkopfes verbunden.

Insbesondere bei Großmotoren mit hoher Leistung ist eine ausreichende Wärmeabfuhr aus thermisch hochbeanspruchten Bereichen von großer Relevanz, bei aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen aber nicht immer gewährleistet.

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit geringem Fertigungsaufwand eine bestmögliche und gleichmäßige Kühlung von thermisch hochbeanspruchten Bereichen zu ermöglichen.

Ausgehend von einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art wird dies erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Blockkühlmantel einen dem Feuerdeck zugewandten ersten Blockteilkühlmantel, in welchen der zweite Strömungsübertritt mündet, und einen von dem ersten Blockteilkühlmantel getrennten und auf einer vom Feuerdeck abgewandten Seite des ersten Blockteilkühlmantels angeordneten zweiten Blockteilkühlmantel aufweist, wobei der erste Blockkühlmantel mit dem zweiten Blockkühlmantel über zumindest einen in Bezug auf die Zylinderachse diametral zum zweiten Strömungsübertritt angeordneten dritten Strömungsübertritt im Zylinderblock strömungsverbunden ist, und wobei der zweite Blockteilkühlmantel mit einem im Zylinderblock angeordneten Hauptablaufkanal verbunden ist.

Dadurch, dass der dritte Strömungsübertritt diametral zum zweiten Strömungsübertritt angeordnet ist, wird der erste Blockkühlmantel zwischen zwei diametral gegenüberliegenden Längsseiten des Zylinders durchströmt. Insbesondere in einer Ausführungsvariante der Erfindung, bei der der erste Blockteilkühlmantel die Zylinderlaufbuchse überwiegend – also um einen Umschlingungswinkel von mehr als  $180^\circ$  –, vorzugsweise vollständig umgibt, wird eine umfassende Umströmung der Zylinderlaufbuchse und eine effektive Wärmeabfuhr aus einem dem Zylinderkopf zugewandten oberen Bereich des Zylinders erzielt.

Vorzugsweise sind der dritte Strömungsübertritt und der zweite Strömungsübertritt auf verschiedenen Seiten der Motorlängsebene angeordnet. Dies ermöglicht eine Umströmung der Zylinderlaufbuchse quer zur Motorlängsebene. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass der dritte Strömungsübertritt auf der Einlassseite angeordnet ist.

Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass der erste Strömungsübertritt – bezogen auf die Motorlängsebene – auf derselben Seite wie der Hauptzulaufkanal, vorzugsweise – in Richtung der Zylinderachse gesehen – über dem Hauptzuführkanal angeordnet ist. Das Kühlmittel strömt damit auf kürzestem Weg direkt in den ersten Kopfteilraum des Zylinderkopfes.

Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass der Hauptzulaufkanal – in Richtung der Zylinderachse betrachtet – zwischen dem Hauptablaufkanal und einer Zylinderkopfdichtebene angeordnet ist. Dies ermöglicht eine konstruktiv kompakte Anordnung. Eine besonders gute Wärmeabfuhr lässt sich erzielen, wenn der

Hauptablaufkanal benachbart zum Hauptzulaufkanal auf der Auslassseite im Zylinderblock angeordnet ist.

Bevorzugt ist der erste Strömungsübertritt – bezogen auf die Motorlängsebene - auf derselben Seite wie der zweite Strömungsübertritt angeordnet ist. Somit erfolgt der Zulauf des Kühlmittels in den ersten Kopfteilkühlraum und der Ablauf des Kühlmittels aus dem zweiten Kopfteilkühlraum des Zylinderkopfes auf derselben Seite der Motorlängsebene, nämlich auf der Auslassseite.

Für eine optimale und gleichmäßige Kühlung der Zylinderlaufbuchse ist es vorteilhaft, wenn die beiden Blockteilkühlräume bezogen auf die Zylinderachse übereinanderliegend angeordnet sind, wobei der erste Blockteilkühlmantel zwischen dem zweiten Blockteilkühlmantel und der Zylinderkopfdichtebene angeordnet ist. Dabei ist es günstig, wenn der erste Blockteilkühlmantel und/oder der zweite Blockteilkühlmantel die Zylinderlaufbuchse zumindest überwiegend, vorzugsweise vollständig umgibt/umgeben.

Um eine ausreichende Wärmeableitung aus den thermisch hochbelasteten Bereichen der Ventilbrücken zu gewährleisten sieht eine Ausführungsvariante der Erfindung vor, dass der untere zweite Kopfteilkühlraum einen inneren Ringabschnitt um den zentralen Bauteil und einen äußeren Ringabschnitt – in Richtung der Zylinderachse betrachtet - im Bereich der Zylinderlaufbuchse aufweist, wobei der innere Ringabschnitt und der äußere Ringabschnitt über zumindest einen Radialkanal im Bereich einer Auslassventilbrücke und/oder im Bereich einer Einlass-/Auslassventilbrücke miteinander strömungsverbunden sind.

Eine besonders gute Kühlung des zentralen Bauteils lässt sich erzielen, wenn zumindest ein Übertrittskanal im Zwischendeck den zentralen Bauteil ringförmig umgibt.

Die Brennkraftmaschine kann selbstzündend oder fremdzündend, vorzugsweise mit einer aktiven oder passiven Vorkammer – also mit einem sogenannten PCSI-Zylinderkopf (PCSI=pre-chamber spark ignition) - ausgebildet sein.

Der Zylinderkopf ist gemäß einer Ausführung der Erfindung als Einzelzylinderkopf ausgebildet. Prinzipiell steht aber einer Anwendung der Erfindung mit Mehrzylinderköpfen nichts im Wege.

Die beschriebene Aufgabe wird außerdem durch das eingangs genannte Verfahren zur Kühlung einer Brennkraftmaschine erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Kühlmittel einem Hauptzulaufkanal im Zylinderblock auf der Auslassseite der Brennkraftmaschine zugeführt wird, von diesem über einen ersten Strömungsübertritt und einen Versorgungskanal in den ersten Kopfteilkühlraum geführt wird, wobei die Auslasskanäle umströmt und diese dabei gekühlt werden, und danach über zumindest einen Übertrittskanal im Bereich des zentralen Bauteils in den inneren Ringabschnitt des zweiten Kopfteilkühlraumes geführt wird, von diesem über zumindest einen Radialkanal im Bereich einer Auslassventilbrücke und/oder Auslass-/Einlassventilbrücke in einen äußeren Ringabschnitt geführt wird, von diesem über den zumindest einen auf der Auslassseite angeordneten zweiten Strömungsübertritt in den ersten Blockteilkühlmantel geführt wird, das Kühlmittel unter Umströmen eines dem Feuerdeck zugewandten oberen Bereichs der Zylinderlaufbuchse von der Auslassseite zur Einlassseite geführt wird, über einen dritten Strömungsübertritt auf der Einlassseite in den zweiten Blockteilkühlmantel geführt und unter Umströmen eines dem Feuerdeck abgewandten unteren Bereiches der Zylinderlaufbuchse zu einem auf der Auslassseite des Zylinderblockes angeordneten Hauptablaufkanal geführt wird.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass das Kühlmittel zwischen dem Einströmen in den ersten Kopfteilkühlraum und dem Abströmen durch den Hauptablaufkanal in zumindest vier quer zur Motorlängsrichtung verlaufenden Zügen durch den Kopfkühlraum und den Blockkühlmantel geführt wird, wobei vorzugsweise zumindest zwei Züge – insbesondere im Zylinderblock – die Motorlängsebene schneiden. Der Zylinderkopf und der Zylinderblock werden somit jeweils in zwei quer zur Motorlängsachse ausgerichteten Zügen durchströmt und damit optimal gekühlt. Als ein Zug wird hier eine im Wesentlichen durchgehende Wärmeübertragungsfläche zwischen zwei 180° Umleitungen des Strömungsweges durch die Kopf- und Blockkühlräume bezeichnet.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand des in den Figuren gezeigten nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt gemäß der Linie I-I in Fig. 2,

Fig. 2 den zweiten Kopfteilkühlraum in einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1 und

Fig. 3 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.

Die Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine 1 im Längsschnitt normal zu einer nicht weiter dargestellten Kurbelwellenachse. Die Brennkraftmaschine 1, beispielsweise ein Großmotor, kann selbstzündend oder fremdzündend – beispielsweise mit PCSI (PCSI=pre-chamber spark ignition) ausgeführt sein.

Die Brennkraftmaschine 1 weist einen Zylinderkopf 2 – beispielsweise einen Einzelzylinderkopf - und einen Zylinderblock 3 auf, welche im Bereich eines Feuerdecks 4 des Zylinderkopfes 2 miteinander verbunden sind. Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung eine als Einzylinder ausgeführte erfindungsgemäße Brennkraftmaschine 1 mit einem Zylinderkopf 2 und einem Zylinderblock 3.

Mit Bezugszeichen 5 ist eine Zylinderkopfdichtebene zwischen Zylinderkopf 2 und Zylinderblock 3 bezeichnet. Die Einlassseite 6 und die Auslassseite 7 der Brennkraftmaschine 1 sind auf verschiedenen Seiten einer durch die nicht weiter dargestellte Kurbelwelle und die Zylinderachse 8 aufgespannten Motorlängsebene 9 angeordnet.

Der beispielsweise als Einzelzylinderkopf ausgeführte Zylinderkopf 2 weist zwei Einlassventile 10 und zwei Auslassventile 11 auf, wobei Einlasskanäle 12 über die Einlassventile 10 und Auslasskanäle 13 über die Auslassventile 11 mit dem Brennraum 14 strömungsverbindbar sind. Der Zylinderkopf 2 kann aber auch als Mehrzylinderkopf ausgebildet sein.

In der Fig. 1 sind die Kühlräume und Strömungswege des Kühlmittels im Zylinderkopf 2 und im Zylinderblock 1 zum Teil schematisch eingezeichnet. Dabei kommt ein sogenanntes Top-Down Kühlkonzept zum Einsatz. Unter einem solchen Konzept wird im Rahmen der vorliegenden Offenbarung insbesondere verstanden, dass ein Kühlmittelfluss im Zylinderkopf 2 in Richtung des Zylinderblocks 3 bzw. des Feuerdecks 4 geführt wird. Mit anderen Worten wird Kühlmittel in einer Richtung entlang der Zylinderachse 8 von einem vom Feuerdeck 4 bzw. dem Zylinderblock 3 entfernten Bereich zum Feuerdeck 4 bzw. zu dem Zylinderblock 3

geführt, wodurch insbesondere eine hohe Kühlwirkung am thermisch stark belasteten Feuerdeck 4 erzielt werden kann.

Der das Top-Down Kühlkonzept aufweisende Zylinderkopf 2 weist einen Kopfkühlraum 15 mit einem oberen ersten Kopfteilkühlraum 16 und einem unteren zweiten Kopfteilkühlraum 17 auf, welche durch ein Zwischendeck 18 voneinander getrennt. Der obere erste Kopfteilkühlraum 16 ist also in einer Richtung entlang der Zylinderachse 8 gesehen weiter vom Zylinderblock 3 entfernt als der untere zweite Kopfteilkühlraum 17. Der obere erste Kopfteilkühlraum 16 und der untere zweite Kopfteilkühlraum 17 sind im Bereich eines zentralen Bauteils 19, welcher im Ausführungsbeispiel in einer im Zylinderkopf 2 angeordneten Aufnahmhülse 20 angeordnet ist, miteinander über zumindest einen Übertrittskanal 21 im Zwischendeck 18 strömungsverbunden sind. Der Begriff zentral ist hier insbesondere hinsichtlich der Zylinderachse 8 zu verstehen, so dass ein zentraler Bauteil 19 möglichst nahe an bzw. in der Zylinderachse 8 angeordnet ist. Der Bauteil 19 kann – insbesondere im Falle einer Diesel-Brennkraftmaschine - durch eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung oder – im Falle einer Otto-Brennkraftmaschine - durch eine Vorkammerzündeinheit, gebildet sein.

Wie bei Zylinderköpfen 2 mit Top-Down Kühlkonzepten üblich, wird der Zylinderkopf 2 von oben – also einem dem Feuerdeck 4 des Zylinderkopfes 2 fernen Bereich - nach unten – also einem dem Feuerdeck 4 nahen Bereich - von Kühlmittel durchströmt. Das Kühlmittel wird dabei dem oberen ersten Kopfteilkühlraum 16 zugeführt, durchströmt unter Kühlung der Auslasskanäle 13 den ersten Kopfteilkühlraum 16 und gelangt über den nahe der Zylinderachse 8 im Bereich des zentralen Bauteils 19 angeordneten Übertrittskanal 21 in den an das Feuerdeck 4 grenzenden unteren zweiten Kopfteilkühlraum 17, wobei das Kühlmittel von einem inneren Ringabschnitt 22 über einen Radialkanal 23 im Bereich der zwischen zwei Auslassventilen angeordneten Auslassventilbrücke 24, und optional auch über Radialkanäle 25 im Bereich der Einlass-/Auslassventilbrücken 26 zwischen Einlass- und Auslassventilen 10, 11 und/oder einen Radialkanal 27 zwischen den beiden Einlassventilen 10 in den äußeren Ringabschnitt 25 strömt. Fig. 2 zeigt die Form des zweiten Kopfteilkühlraumes 17 in einer Draufsicht in Richtung der Zylinderachse (die Bildebene ist parallel zur Zylinderkopfdichtebene 5), wobei die Lage der Einlassventile 10 und Auslassventile 11 angedeutet ist. Durch die Strömung vom inneren Ringabschnitt 22 über die Radialkanäle 23, 25, 27 zum

äußeren Ringabschnitt 28 des zweiten Kopfteilkühlraumes 17 wird eine optimale Kühlung um die Auslassventilsitze erreicht.

Der Zylinderblock 3 weist einen oberen ersten Blockteilkühlmantel 29 und einen unteren zweiten Blockteilkühlmantel 30 rund um die Zylinderlaufbuchse 31 auf, welche trocken oder nass ausgeführt sein kann. Der erste Blockteilkühlmantel 29 ist dabei zwischen dem zweiten Blockteilkühlmantel 30 und der Zylinderkopfdichtebene 5 angeordnet. In ihrer Anordnung an der Zylinderlaufbuchse 31 sind der erste Blockteilkühlmantel 29 und der zweite Blockteilkühlmantel 30 voneinander getrennt. Mit anderen Worten sind an der Zylinderlaufbuchse 31 ein erster Blockteilkühlmantel 29 und zweiter Blockteilkühlmantel 30 vorgesehen, die entlang der Zylinderlaufbuchse 31 voneinander getrennt sind, wobei der zweite Blockteilkühlmantel 30 an einer vom Feuerdeck 4 abgewandten Seite des ersten Blockteilkühlmantels 29 angeordnet ist. Weiters ist in den Zylinderblock 3 auf der Auslassseite 7 ein Hauptzulaufkanal 32 und ein Hauptablaufkanal 33 für Kühlmittel integriert, wobei der Hauptzulaufkanal 32 zwischen dem Hauptablaufkanal 33 und der Zylinderkopfdichtebene 5 angeordnet ist.

Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Zylinderlaufbuchse 31 nass ausgeführt, wobei zwischen der Zylinderlaufbuchse 31 und dem Zylinderblock 3 zwei getrennte Ringräume 29a, 30a ausgebildet sind, welche die ersten und zweiten Blockteilkühlräume 29, 30 bilden. Die Zylinderlaufbuchse 31 weist dabei einen Bund 31a mit Dichtungsringen 40, auf, welche an einer Gegenfläche des Zylinderblocks 3 dicht anliegen und somit einen flüssigkeitsdichten Trennbereich 42 zwischen dem ersten Blockteilkühlmantel 29 und dem zweiten Blockteilkühlmantel 30 bilden.

Der Hauptzulaufkanal 32 ist über einen ersten Strömungsübertritt 34 im Feuerdeck 4 des Zylinderkopfes 2 und einen Versorgungskanal 35 mit dem ersten Kopfteilkühlraum 16 strömungsverbunden. Der zweite Kopfteilkühlraum 17 ist über einen zweiten Strömungsübertritt 36 im Feuerdeck 4 mit dem ersten Blockteilkühlmantel 29 verbunden. Der zweite Blockteilkühlmantel 30 ist mit dem Hauptablaufkanal 33 verbunden. Der erste Blockteilkühlmantel 29 ist mit dem zweiten Blockteilkühlmantel 30 über einen dritten Strömungsübertritt 36 verbunden. Der dritte Strömungsübertritt 37 verläuft dabei abgesetzt von der Zylinderlaufbuchse 31 im Zylinderblock 3.

Der erste Strömungsübertritt 34, der zweite Strömungsübertritt 36, der Hauptzulaufkanal 32 und der Hauptablaufkanal 33 sind auf der Auslassseite 7 angeordnet, der dritte Strömungsübertritt 37 ist im Wesentlichen diametral zum zweiten Strömungsübertritt 36 – bezogen auf die Zylinderachse 8 – angeordnet.

Das flüssige Kühlmittel wird der Brennkraftmaschine 1 über den Hauptzulaufkanal 31 im Zylinderblock 3 auf der Auslassseite 7 der Brennkraftmaschine 1 zugeführt. Von diesem Hauptzulaufkanal 32 wird das Kühlmittel über den ersten Strömungsübertritt 34 und den beispielsweise parallel zur Zylinderachse 8 ausgebildeten Versorgungskanal 35 in den oberen ersten Kopfteilkühlraum 16 geführt, wobei die Auslasskanäle 13 umströmt und diese dabei gekühlt werden. Danach wird das Kühlmittel über zumindest den beispielsweise ringförmigen Übertrittskanal 21 im Bereich des zentralen Bauteils 19 in den inneren Ringabschnitt 22 des unteren zweiten Kopfteilkühlraumes 17 geführt und von diesem über zumindest einen Radialkanal 23 im Bereich der Auslassventilbrücke 24 zwischen zweier Auslassventile 11 und/oder im Bereich zumindest einer Auslass-/Einlassventilbrücke 26 zwischen einem Auslassventil 11 und einem Einlassventil 10 in den äußeren Ringabschnitt 28 im Bereich des Zylinderrandes 38 des Zylinders 39 geführt. Von dem äußeren Ringabschnitt 28 wird das Kühlmittel über den auf der Auslassseite 7 angeordneten zweiten Strömungsübertritt 36 in den die Zylinderlaufbuchse 31 mantelartig umgebenden oberen ersten Blockteilkühlmantel 29 des Zylinderblockes 3 geführt und unter Umströmen des der Zylinderkopfdichtebene 5 benachbarten oberen Bereichs der Zylinderlaufbuchse 31 von der Auslassseite 7 zur Einlassseite 6 geführt. Über den auf der Einlassseite 6 zwischen dem ersten Blockteilkühlmantel 29 und dem zweiten Blockteilkühlmantel 30 angeordneten dritten Strömungsübertritt 37 wird das Kühlmittel in den die Zylinderlaufbuchse 31 mantelartig umgebenden unteren zweiten Blockteilkühlmantel 30 geführt und unter Umströmen des unteren Bereiches der Zylinderlaufbuchse 31 zu dem auf der Auslassseite 7 des Zylinderblockes 3 angeordneten Hauptablaufkanal 33 geführt, von welchem das Kühlmittel aus der Brennkraftmaschine 1 abgeleitet und beispielsweise einem nicht weiter dargestellten Kühlmittelkühler zugeführt wird. Der dritte Strömungsübertritt 37 kann beispielsweise durch einen im Zylinderblock 3 angeordneten Überströmkanal gebildet sein.

Das Kühlmittel wird somit zwischen dem Einströmen in den oberen ersten Kopfteilkühlraum 16 und dem Abströmen durch den Hauptablaufkanal 33 in zumindest mehreren – beispielsweise vier - quer zur Motorlängsebene 9 verlaufenden Zügen S1, S2, S3, S4 durch den Kopfkühlraum 16 und den Blockkühlmantel 41 geführt, wobei zumindest die beiden Züge S3, S4 im Zylinderblock 3 die Motorlängsebene 9 schneiden. Ein Zug bezeichnet hier eine im Wesentlichen durchgehende Wärmeübertragungsfläche zwischen zwei 180° Umleitungen des Strömungsweges durch die Kopf- 15 und Blockkühlräume 41.

Auf diese Weise wird eine effiziente Kühlung von thermisch kritischen Bereichen sowohl im Zylinderkopf 2 als auch im Zylinderblock 3 erreicht.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine (1), insbesondere Großmotor, mit einer Einlassseite (6) und einer Auslassseite (7), welche auf verschiedenen Seiten einer durch eine Zylinderachse (8) und eine Kurbelwellenachse aufgespannten Motorlängsebene (9) angeordnet sind, mit einem ein Top-Down Kühlkonzept aufweisenden Zylinderkopf (2) mit einem an einen Zylinderblock (3) grenzenden Feuerdeck (4) und einem Kopfkühlraum (15) mit einem vom Feuerdeck (4) beabstandeten ersten Kopfteilkühlraum (16) und einem an das Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) grenzenden zweiten Kopfteilkühlraum (17), welcher durch ein Zwischendeck (18) vom ersten Kopfteilkühlraum (16) getrennt ist, wobei der erste Kopfteilkühlraum (16) und der zweite Kopfteilkühlraum (17) zumindest im Bereich eines zentralen Bauteils (19) miteinander über zumindest einen Übertrittskanal (21) im Zwischendeck (18) strömungsverbunden sind, mit einem im Zylinderblock (3) angeordneten Hauptzulaufkanal (32), welcher über einen ersten Strömungsübertritt (34) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) und einen Versorgungskanal (35) mit dem ersten Kopfteilkühlraum (16) verbunden ist, mit zumindest einem mit dem zweiten Kopfteilkühlraum (17) über zumindest einen zweiten Strömungsübertritt (36) im Feuerdeck (4) des Zylinderkopfes (2) strömungsverbundenen Blockkühlmantel (41), welcher eine Zylinderlaufbuchse (31) zumindest teilweise umgibt, dadurch gekennzeichnet, dass der Blockkühlmantel (41) einen dem Feuerdeck (4) zugewandten ersten Blockteilkühlmantel (29), in welchen der zweite Strömungsübertritt (36) mündet, und einen von dem ersten Blockteilkühlmantel (29) getrennten und auf einer vom Feuerdeck (4) abgewandten Seite des ersten Blockteilkühlmantels (29) angeordneten zweiten Blockteilkühlmantel (30) aufweist, wobei der erste Blockkühlmantel (29) mit dem zweiten Blockkühlmantel (30) über zumindest einen in Bezug auf die Zylinderachse (8) diametral zum zweiten Strömungsübertritt (36) angeordneten dritten Strömungsübertritt (37) strömungsverbunden ist, und wobei der zweite Blockteilkühlmantel (30) mit einem im Zylinderblock (2) angeordneten Hauptablaufkanal (33) verbunden ist.

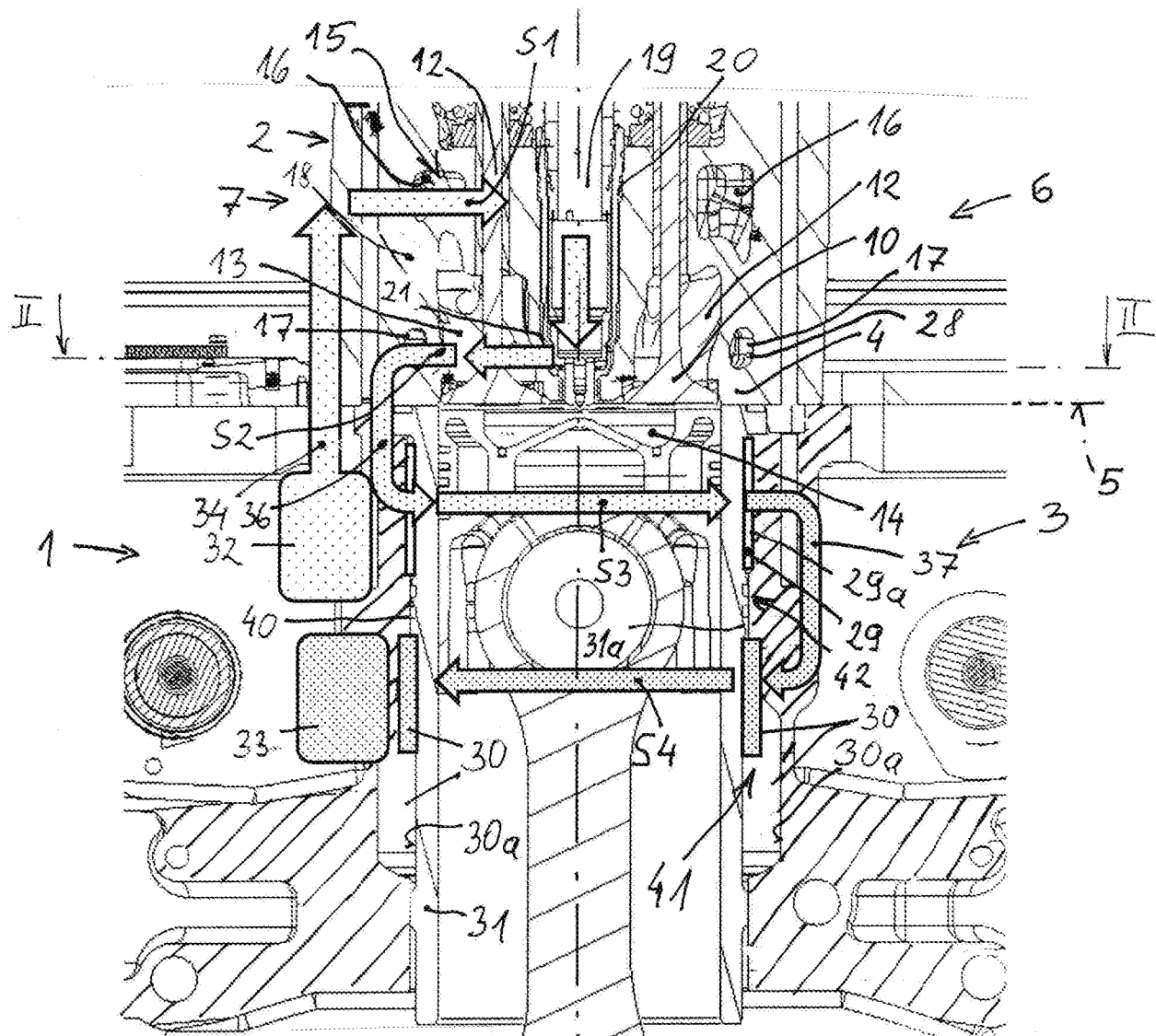
2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Strömungsübertritt (37) und der zweite Strömungsübertritt (36) auf verschiedenen Seiten der Motorlängsebene (9) angeordnet sind.
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Strömungsübertritt (34) – bezogen auf die Motorlängsebene (9) – auf derselben Seite wie der Hauptzulaufkanal (32), vorzugsweise auf der Auslassseite (7), angeordnet ist.
4. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Strömungsübertritt (34) – bezogen auf die Motorlängsebene (9) – auf derselben Seite wie der zweite Strömungsübertritt (36), vorzugsweise auf der Auslassseite (7), angeordnet ist.
5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptzulaufkanal (32) zwischen dem Hauptablaufkanal (33) und einer Zylinderkopfdichtebene (5) angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Blockteilkühlräume (29, 30) – bezogen auf die Zylinderachse (8) – übereinanderliegend angeordnet sind, wobei der erste Blockteilkühlmantel (29) zwischen dem zweiten Blockkühlmantel (30) und einer Zylinderkopfdichtebene (5) angeordnet ist.
7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Strömungsübertritt (37) auf der Einlassseite (6) angeordnet ist.
8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptablaufkanal (33) benachbart zum Hauptzulaufkanal (32) auf der Auslassseite (7) im Zylinderblock (3) angeordnet ist.
9. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Strömungsübertritt (34) und/oder der zweite Strömungsübertritt (36) auf der Auslassseite (7) angeordnet ist/sind.

10. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kopfteilkühlraum (17) einen inneren Ringabschnitt (22) um den zentralen Bauteil (19) und einen äußeren Ringabschnitt (28) – in Richtung der Zylinderachse (8) betrachtet - im Bereich des Zylinderlaufbuchse (31) aufweist, wobei der innere Ringabschnitt (22) und der äußere Ringabschnitt (28) über zumindest einen Radialkanal (23, 25) im Bereich zumindest einer Auslassventilbrücke (24) und/oder im Bereich zumindest einer Einlass-/Auslassventilbrücke (26) miteinander strömungsverbunden sind.
11. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Übertrittskanal (21) im Zwischendeck (18) ringförmig ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der Übertrittskanal (21) im Zwischendeck (18) den zentralen Bauteil (19) ringförmig umgibt.
12. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinderkopf (2) als Einzelzylinderkopf ausgebildet ist.
13. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) selbstzündend oder fremdzündend - insbesondere mit einer aktiven oder passiven Vorkammer - ausgebildet ist.
14. Verfahren zum Kühlen einer Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel einem Hauptzulaufkanal (32) im Zylinderblock (3) auf der Auslassseite (7) der Brennkraftmaschine (1) zugeführt wird, von diesem über einen ersten Strömungsübertritt (34) und einen Versorgungskanal (34) in den ersten Kopfteilkühlraum (16) geführt wird, wobei die Auslasskanäle (13) umströmt und diese dabei gekühlt werden, und danach über zumindest einen Übertrittskanal (21) im Bereich eines zentralen Bauteils (19) in den inneren Ringabschnitt (22) des zweiten Kopfteilkühlraumes (17) geführt wird, von diesem über zumindest einen Radialkanal (23) im Bereich einer Auslassventilbrücke (24) und/oder einer Auslass-/Einlassventilbrücke (26) in einen äußeren Ringabschnitt (28) geführt wird, von diesem über den zumindest einen auf der Auslassseite (7) angeordneten zweiten

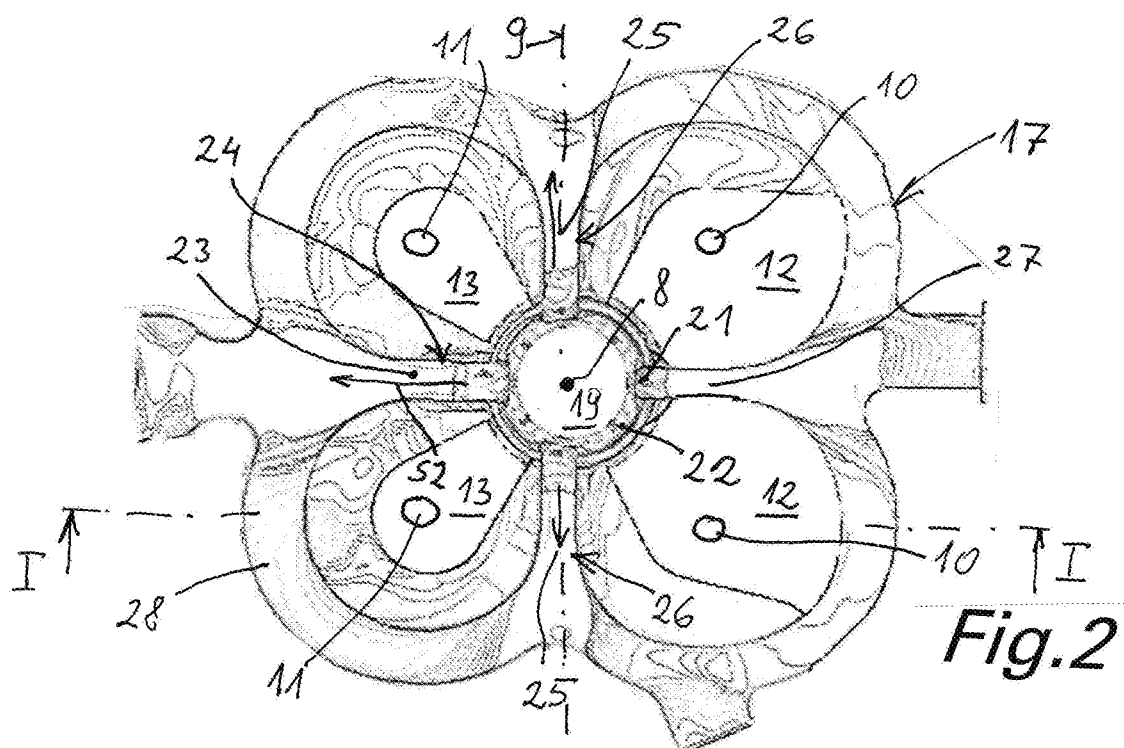
Strömungsübertritt (36) in den ersten Blockteilkühlmantel (29) geführt wird, das Kühlmittel unter Umströmen eines dem Feuerdeck (4) zugewandten oberen Bereichs der Zylinderlaufbuchse (31) von der Auslassseite (7) zur Einlassseite (6) geführt wird, über einen dritten Strömungsübertritt (37) auf der Einlassseite (6) in den zweiten Blockteilkühlmantel (30) geführt und unter Umströmen eines dem Feuerdeck (4) abgewandten unteren Bereiches der Zylinderlaufbuchse (31) zu einem auf der Auslassseite (7) des Zylinderblockes (3) angeordneten Hauptablaufkanal (33) geführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmittel zwischen dem Einströmen in den ersten Kopfteilkühlraum (16) und dem Abströmen durch den Hauptablaufkanal (33) in zumindest vier quer zur Motorlängsebene (9) verlaufenden Zügen (S1, S2, S3, S4) durch den Kopfkühlraum (15) und den Blockkühlmantel (41) geführt wird, wobei vorzugsweise zumindest zwei Züge (S3, S4) – insbesondere im Zylinderblock (3) - die Motorlängsebene (9) schneiden.

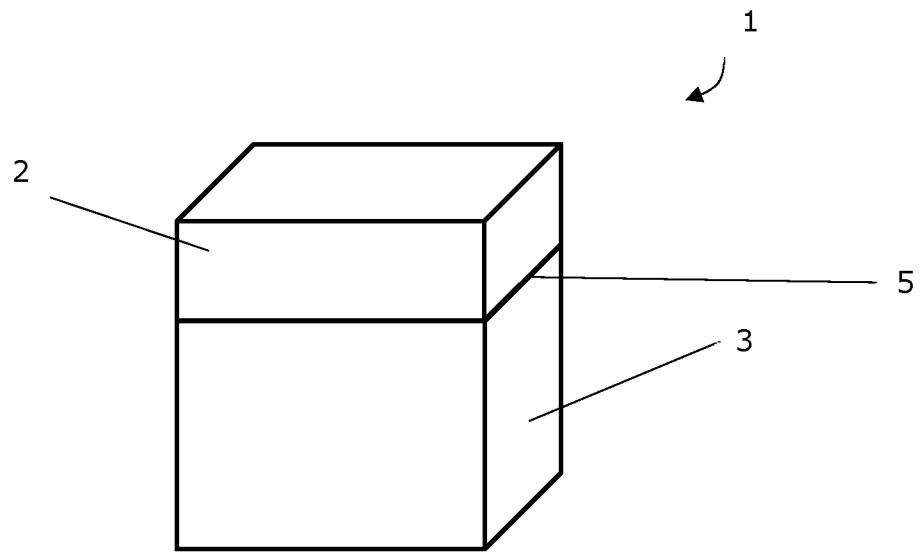
15.03.2021  
FU



**Fig. 1**



**Fig. 2**



*Fig.3*