



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(51) Int Cl.7: **F01M 13/04**

(21) Anmeldenummer: **05100459.6**

(22) Anmeldetag: **25.01.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Hilpert, Torsten**
71729, Erdmannhausen (DE)
• **Weber, Andreas**
71642, Ludwigsburg (DE)
• **Korn, Alexander**
74363, Güglingen (DE)

(30) Priorität: **30.01.2004 DE 102004004753**

(71) Anmelder: **MANN+HUMMEL GmbH**
71638 Ludwigsburg (DE)

(54) **Zylinderkopfhaube**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zylinderkopfhaube, insbesondere zur Abdeckung eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine, aufweisend mehrere Funktionselemente wie einen Öleinfüllstutzen und wenigstens eine Ölabscheidevorrichtung. Die Zylinderkopfhaube wird durch eine Unterschale (11) und eine Oberschale (12) gebildet, wobei sich die Funktionselemente jeweils aus zwei Segmenten bilden. Dabei ist jeweils ein Segment integral an der unteren Schale (11) und das zweite

Segment integral an der oberen Schale (12) angeordnet. Die beiden Schalen sind durch kommunizierende Dichtungskonturen (14) miteinander verbunden. Wesentliche Funktionsteile der Ölabscheidevorrichtung sind an der Unterschale und an der Oberschale angeordnet. Ein zur Ölabscheidung dienender Zyklon weist einen Becher (16) und ein Tauchrohr (15) auf, wobei der Becher an der Unterschale und das Tauchrohr an der Oberschale angeordnet ist.

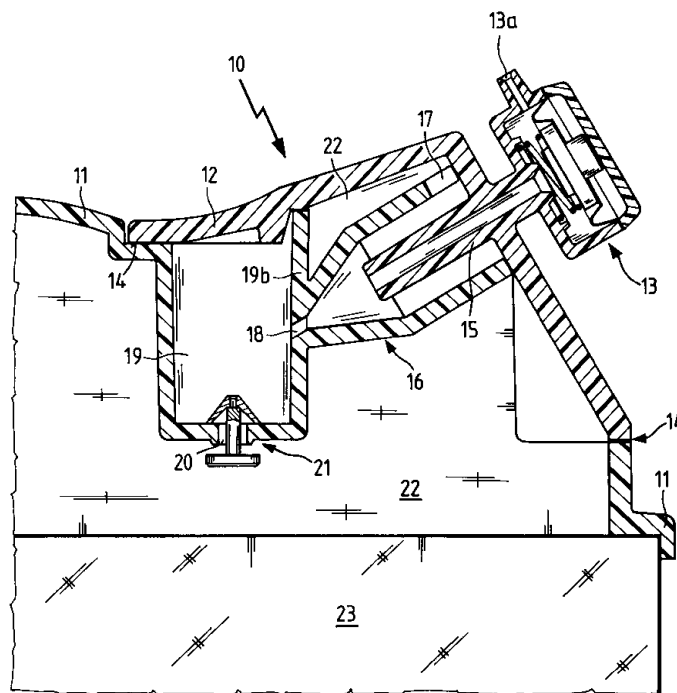


Fig.2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zylinderkopfhaube, insbesondere zur Abdeckung des Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Zylinderkopfhauben haben die Aufgabe, den Raum des Zylinderkopfes zur Außenseite des Motors abzuschließen. Innerhalb des Zylinderkopfes sind, bedingt durch den Betrieb der Brennkraftmaschine, überwiegend Blow-by-Gase aus dem Verbrennungsprozess sowie Öltröpfchen aus dem Schmierkreislauf der Brennkraftmaschine vorhanden. Diese im Zylinderkopfraum vorhandenen Gas- und Flüssigkeitsmengen werden üblicherweise über Abscheidevorrichtungen geführt und dem Ansaugbereich bzw. dem Ölkreislauf wieder zugeleitet. Solche Abscheidevorrichtungen zum Trennen der Ölanteile des Kurbelgehäusegases werden üblicherweise in unmittelbarer Nähe der Zylinderkopfhaube oder idealerweise in der Zylinderkopfhaube integriert eingebracht.

[0003] In der DE 101 27 819 wird eine Zylinderkopfhaube gezeigt, an welcher eine Vorabscheideeinrichtung, eine Zyklonabscheideeinrichtung, eine Feinabscheideeinrichtung und eine Ventileinrichtung kaskadenförmig angeordnet sind. Die erwähnten Funktionselemente sind einzeln und in unmittelbarer Nähe nebeneinander auf der Unterschale der Zylinderkopfhaube angeordnet. Alle Funktionselemente werden von einer Gehäusehalbschale überdeckt. Die Gehäusehalbschale dient nur zum dichtenden Abschießen gegenüber der Umgebungsseite und weist weiterhin keine Funktion zum Abscheideprozess auf. Nachteilig hierbei ist, dass für die Fertigung der einzelnen Funktionselemente ein hoher konstruktiver und fertigungstechnischer Aufwand benötigt wird und ein hoher Materialbedarf besteht.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die oben stehenden Nachteile zu vermeiden und eine Zylinderkopfhaube zu schaffen, an welcher Funktionselemente, insbesondere Abscheidevorrichtungen, vorzugsweise Ölabscheidevorrichtungen integriert werden können. Diese Zylinderkopfhaube soll fertigungstechnisch einfach und wirtschaftlich herstellbar sein.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäße Zylinderkopfhaube eignet sich insbesondere zur Abdeckung eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine und zur Integration von Ölabscheidevorrichtungen in die Zylinderkopfhaube.

[0007] Die Zylinderkopfhaube besteht aus einer Unterschale, an welcher auf der Unterseite ein umschließender Dichtflansch angeordnet ist, über welchen die

Zylinderkopfhaube mit dem Zylinderkopf verbunden ist. Die nach oben gewölbte Unterschale umschließt den gesamten Zylinderkopf haubenförmig. Weiterhin sind in der Unterschale Funktionskonturen angebracht, welche jeweils ein Segment für ein Funktionselement bilden. Als jeweil i-ge Funktionselemente sind insbesondere Ölabscheidevorrichtungen vorgesehen. Die an der Unterschale vorhandenen Funktionskonturen werden wiederum von einer Dichtungskontur umschlossen. Ein Segment bildet eine Funktionskontur für einen Zyklonabscheider, wobei dieses Segment einen Becher eines Zyklons darstellt. Dieser Becher ist derart in die Unterschale integriert, dass ein unterer Wandungsabschluss des Bechers in den Zylinderkopfraum ragt und ein oberer Wandungsabschluss des Bechers in die Oberseite der Unterschale hineinragt. An der Becherwandung ist auf einer geöffneten Seite eine tangentiale Aussparung angebracht. Der Becher verjüngt sich auf einer unteren Seite durch einen Konus bis auf ein kleines Verbindungsloch, das einen Verbindungsquerschnitt zum Zylinderkopfraum herstellt. An der Unterschale der Zylinderkopfhaube ist somit der Becher des Zyklons als ein Segment integriert. Eine Oberschale der Zylinderkopfhaube überdeckt die Funktionskontur der Unterschale und dichtet diese mit kommunizierenden Dichtungskonturen ab. Weiterhin ist in der Oberschale ein die Oberschale durchdringendes Tauchrohr angeordnet, welches in seiner Position konzentrisch zum Becher positioniert ist. Das Tauchrohr ragt in montiertem Zustand bis in den konischen Bereich des Bechers hinein. Dabei durchdringt das Tauchrohr eine Wandung der Oberschale und bildet auf der Außenseite einen geeigneten Anschluss zur Verbindung mit einem Volumenstrom. Dieser Volumenstrom wird üblicherweise durch den am Ansaugrohr vorhandenen Differenzdruck erreicht. Um den Einbauraum im Zylinderkopf optimal auszunutzen, können auch mehrere Zyklonen nebeneinander angeordnet werden, welche dann parallel oder in Reihe geschaltet sind oder durch vorgesehene Aktuatoren dem Volumenstrom angepasst optional zu- oder abgeschaltet werden. Die mit Öldampf belasteten Gase aus dem Raum des Zylinderkopfes werden durch eine tangentiale Aussparung an der Oberseite des Bechers angesaugt und durch die Becherform in eine rotierende, spiralförmige Bewegung geleitet. Von der Mündungsseite des Tauchrohrs werden sie durch die Oberschale abgesaugt und in der Regel wieder dem Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors zugeführt. Die im Gas vorhandenen Ölpartikel werden durch die Rotation um das Tauchrohr an die Wandung des Bechers geschleudert und fließen der Schwerkraft folgend durch das Verbindungsloch in den Zylinderkopfraum ab. Der Zyklonabscheider kann auch mit weiteren Fein- oder Grobabscheidern kombiniert werden, welche ebenso integral in die Zylinderkopfhaube integriert sein können, wie z. B. ein Labyrinthabscheider.

[0008] Die erfindungsgemäße Zylinderkopfhaube erlaubt es, in vorteilhafter Weise die Anzahl zusätzlicher

Bauteile zu reduzieren. Einzelteile, die sonst separat gefertigt und gefügt werden müssen, sind bereits in die Ober- bzw. Unterschale integriert und erfüllen ihre Funktion nach der Montage. Die Einzelteile können mit der jeweiligen Schale auch verclipst, verklebt oder verschweißt werden. Vorzugsweise sind die Schalen einstückig hergestellt. Zusätzlich erforderliche Funktionselemente, wie z. B. Federn, Membrane, Ventile oder Verschlusselemente, können bereits vor dem Fügevorgang der Schalen montiert werden. Durch die Integration der Funktionssegmente ergibt sich auch ein konstruktiver Freiraum, durch welchen der notwendige Raumbedarf verringert werden kann.

[0009] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich durch die Materialwahl von Kunststoffspritzguss für beide Schalenteile, wobei die Teilungsebene der Werkzeuge in den Bereich des Zyklons gelegt werden kann, wodurch sich eine hinterschnittsfreie Konstruktion des Werkzeuges ermöglicht. Der zusätzliche Werkzeugaufwand kann bei dieser Gestaltung auf jeweils einen Seitenschieber minimiert werden, welcher an der Oberschale das Mittelrohr und an der Unterschale die Becherform des Zyklon bildet. Neben der variablen Gestaltungsmöglichkeit, die sich durch die Auswahl des Kunststoffspritzgusses ergibt, ist mit diesem Kunststoffmaterial auch ein angestrebter Gewichtsvorteil zu erreichen.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich bei Verwendung von Kunststoffmaterial dahingehend, dass die beiden Schalen über korrespondierende Dichtflächen miteinander verschweißt werden. Neben einer Kleb-, Schraub- oder Rastverbindung ergibt sich durch eine Schweißverbindung die Möglichkeit, auf zusätzliche Verbindungsteile zu verzichten und eine dauerhaft dichte und zuverlässige Verbindung herzustellen. Auf zusätzliche Elemente, wie Dichtungen und Verbindungselemente kann beim Schweißverfahren verzichtet werden, wodurch sich auch ein Raumvorteil im Verbindungsbereich ergibt.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgedankens ergibt sich durch die Einförmung eines Reservoirs in der Unterschale, wobei das Reservoir durch die Oberschale dichtend verschlossen werden kann und ein weiterer Funktionsteil darstellt. Dieses Reservoir kann z. B. die Funktion eines Ausgleichsbehälters wahrnehmen, welcher beispielsweise für die Funktion eines unterdruckgesteuerten Aktuators erforderlich ist. In diesem Fall ist das Reservoir über einen Anschlussstutzen durch einen Strömungsquerschnitt mit einem Leitungssystem verbunden. Vorteilhaft hierbei ist, dass das angeordnete Reservoir eine Zusatzfunktion bildet, welche unabhängig von der Funktion der Zylinderkopfhaube genutzt werden kann. Durch die räumliche Integration des Reservoirs in die Zylinderkopfhaube kann der zur Verfügung stehende Raum genutzt werden, und es wird an anderer Stelle ein Einbauraum eingespart.

[0012] Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich durch die Anordnung eines Reservoirs, welches durch ein Verbindungsloch mit einer Zykcloneinheit kommuniziert. Der Boden dieses Reservoirs ist geodätisch tiefer angeordnet als das Verbindungsloch zum Zyklonabscheider. Idealerweise ist an einem Tiefpunkt des Reservoirs ein Rücklaufventil angeordnet, welches das Reservoir durch den im Betriebszustand des Motors entstehenden Unterdruck nach oben hin verschließt. Bei dieser Anordnung sammelt sich während des Betriebszustandes des Motors das abgeschiedene Öl, welches durch das Verbindungsloch in das Reservoir fließt, im Reservoir an und wird bei abgestelltem Motor durch das Öffnen des Rücklaufventils in den Zylinderkopfraum abfließen. Durch das Verschließen des Reservoirs im Betriebszustand des Motors wird ein Abfließen des Öls durch das Verbindungsloch im Zyklonraum ausgeschlossen. Somit wird das gesamte Abscheidegas, welches durch den Zyklon strömt, durch die tangentiale Aussparung angesaugt, wodurch sich der Wirkungsgrad des Zyklons erhöht. Auf diese Weise werden vorteilhaft auch die Funktionsteile, welche den Ölabbfluss des abgeschiedenen Öls regeln, in die Zylinderkopfhaube integriert.

[0013] Es ist weiterhin vorteilhaft, ein Druckregelventil in Verbindung mit dem Zyklonabscheider anzubringen. Hierbei bietet es sich an, den Grundkörper des Druckregelventils in direkter Verlängerung zum Tauchrohr des Zyklons anzuordnen und die übrigen Funktionselemente des Druckregelventils, wie beispielsweise Federn, Membranen, Verschlussventil und Deckel, separat an das Druckregelventil zu montieren. Eine Möglichkeit, das Druckregelventil mit dem Tauchrohr zu verbinden, wird auch durch eine Steckverbindung ermöglicht, wobei in dieser Ausführungsform an der Oberschale oder am Körper des Druckregelventils eine Muffe vorhanden sein muss. Die ölbehafteten Verbrennungsgase aus dem Zylinderkopfraum werden somit durch den Becher des Zyklonabscheiders tangential angeströmt, in Rotation gebracht und rotieren weiter spiralförmig zur unteren Seite des Tauchrohres, von welchem sie angesaugt werden. Im weiteren Verlauf strömen die vorgereinigten Gase durch das Druckregelventil über den Saugstutzen zurück zum Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors. Vorteilhaft bei einer direkten Verbindung zwischen dem Gehäuse des Druckregelventils und der Oberschale ist die weitere Integration von Funktionselementen in ein einzelnes Bauteil, wodurch die Handhabung und Logistik im Bereich der Fertigung und Montage verringert werden kann. Weiterhin kann auf Befestigung und Verbindungsteile zwischen Druckregelventil und Zylinderkopfhaube verzichtet werden. Die direkte Querschnittsverlängerung, welche vom Tauchrohr in das Druckregelventil übergeht, verringert mögliche Strömungswiderstände, wodurch sich das Tauchrohr relativ schlank gestalten lässt.

[0014] Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und der Zeich-

nung hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

Zeichnung

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 die Unterschale einer Zylinderkopfhabe in perspektivischer Ansicht und

Figur 2 den Vollschnitt durch eine komplettierte Zylinderkopfhabe in Höhe eines mit dem Druckregelventil kombinierten Zyklons. Der Figur 1 entsprechende Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0016] In Figur 1 ist die Unterschale 11 einer Zylinderkopfhabe dargestellt, an welcher jeweils ein Segment verschiedener Funktionselemente eingeformt ist. Drei nebeneinander angeordnete Becher 16 bilden in zusammengebautem Zustand mit einer nicht dargestellten Oberschale das Funktionselement des Zyklonabscheiders. Die Außenseite der Becher 16 hat freie Verbindung zum Zylinderkopfraum 22. In montiertem Zustand sind die Stirnseiten der Becher 16 durch die Oberschale 12 (Figur 2) verschlossen, so dass die Kurbelgehäusegase nur über die tangentialen Aussparungen 17 angeströmt werden können. Die Becher 16 verengen sich in einem konischen Bereich bis zu einer Trennwand 19b eines direkt angrenzenden Reservoirs 19 und kommunizieren durch ein in Figur 2 dargestelltes Verbindungsloch 18 mit dem Reservoir 19. Das Funktionselement des Zyklons ist in montiertem Zustand durch die Dichtungskontur 14, welche mit der Dichtungskontur der nicht dargestellten Oberschale kommuniziert, dichtend verschlossen, wodurch die Funktion des Zyklons gewährleistet wird. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umläuft die Dichtungskontur 14 alle einzelnen Funktionselemente. Es ist jedoch auch möglich, die einzelnen Funktionselemente räumlich voneinander zu trennen und mit mehreren Oberschalen abzuschließen. Die drei nebeneinander angeordneten Becher 16 sind durch einen Verbindungssteg 24 mit der Unterschale verbunden, es ist jedoch auch möglich, die Becher 16 direkt angrenzend an eine Wand der Unterschale 11 anzuordnen. Die obere Seite der Becher 16, an welchen sich auch die tangentialen Aussparungen 17 befinden und die Oberseite des Verbindungssteges 24 bilden somit die obere Teilungsebene des Werkzeuges. Als weiteres Funktionselement bildet sich in montiertem Zustand ein

Druckbehälter 28, wobei die Funktion des Druckbehälters 28 nach der Montage der Oberschale 12 (Figur 2) gewährleistet ist. Der Druckbehälter 28 ist zur Unterseite bzw. zum Zylinderkopfraum 22 durch eine eingeformte Bodenplatte 26 dichtend abgeschlossen. Ein weiteres Segment des Funktionselementes Öleinfüllstutzen 27 bildet sich in montiertem Zustand mit der Oberschale 12 (Figur 2). Auch dieses Segment wird in montiertem Zustand durch die Dichtungskontur 14 dichtend abgeschlossen. Zur unteren Seite des Zylinderkopfraums 22 hin wird das Funktionselement Öleinfüllstutzen 27 durch die Abschirmplatte 25 begrenzt. Die Abschirmplatte 25 dient nur als Spritzschutz für das Öl im Zylinderkopf. Ein Abfließen des Öls muss an den Rändern der Abschirmplatte 25 gewährleistet sein.

[0017] In Figur 2 ist das Funktionselement Zyklonabscheider sichtbar, wobei beide Segmente des Zyklonabscheiders bzw. die Oberschale 12 und die Unterschale 11 miteinander dichtend verbunden sind. In der ausschnittsweise dargestellten Zylinderkopfhabe 10 ist die Unterschale 11 durch nicht dargestellte Verbindungselemente an dem Zylinderkopf 23 befestigt. Die Oberschale 12 ist sowohl mit den Dichtungskonturen 14 als auch mit den Stirnseiten des Bechers 16 dichtend verbunden. Das Druckregelventil 13 ist in direkter Verlängerung des Tauchrohres 15 in die Oberschale 12 integriert und hat die Aufgabe den Unterdruck im Zylinderkopfraum 22 konstant zu halten. Das Tauchrohr 15 mündet im konischen Bereich des Bechers 16. Die tangentiale Aussparung 17 ist im abgebildeten Ausführungsbeispiel auf der Oberseite angeordnet, diese kann jedoch ebenso seitlich oder auf der Unterseite angeordnet sein. Der Neigungswinkel der Becher 16 muss so ausgewählt werden, dass gegenüber dem Reservoir 19 auch im konischen Bereich eine geringe abschüssige Neigung besteht. Direkt angrenzend zum Becher 16 ist das Reservoir 19 angeordnet, welches durch ein Verbindungsloch 18 durch die Trennwand 19b mit dem Becher 16 kommuniziert. Das Reservoir 19 wird an den Stirnseiten seiner Seitenwände ebenso durch die umlaufende Dichtungskontur 14 dichtend abgeschlossen. Im tiefsten Punkt des Reservoirs 19 ist ein Rücklaufloch 20 angeordnet, welches im Betriebszustand der Brennkraftmaschine durch ein Rücklaufventil 21 verschlossen ist und sich beim Stillstand der Brennkraftmaschine öffnet. Die sich bildende Funktionseinheit des Zyklonabscheiders kann einzeln oder auch parallel mit mehreren Zyklonabscheidern angeordnet sein. Auch ist die Anordnung eines Reservoirs 19 nicht zwingend notwendig, da ein Abfließen der abgeschiedenen Flüssigkeit auch durch das Verbindungsloch 18 direkt in den Zylinderkopfraum 22 denkbar ist. Im Betriebszustand der Brennkraftmaschine werden die Kurbelgehäusegase durch einen Saugstutzen 13a, welcher mit dem Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine in Verbindung steht, angesaugt. Dadurch strömen die Kurbelgehäusegase aus dem Zylinderkopfraum 22 durch die tangentiale Aussparung 17 in den Becher 16 und werden dadurch ro-

tierend um das Tauchrohr 15 geleitet, wodurch sich die Ölpartikel an den Wandungen des Bechers 16 ablagern und der Schwerkraft und der Strömungsrichtung folgend durch das Verbindungsloch 18 in das Reservoir 19 abfließen können. Die vorgereinigten Gase werden durch das Druckregelventil 13 über den Saugstutzen 13a wieder zum Ansaugtrakt geführt. Die abgeschiedene Flüssigkeit sammelt sich im Reservoir 19, wobei das Rücklaufventil 21 den Rücklauf 20 im Betriebszustand verschließt und bei Teillast bzw. im Leerlauf oder Stillstand des Motors das Rücklaufventil das Reservoir wieder öffnet. Bei geöffnetem Rücklaufventil 21 fließt das abgeschiedene Öl in den Zylinderkopfraum 22 ab und damit in den Ölkreislauf ab.

5

10

15

bindungsloch mit einem Ölablauf des Zyklons verbunden ist, wobei am tiefsten Punkt des Reservoirs ein Ventil angeordnet ist, welches das Reservoir im Betriebszustand der Brennkraftmaschine verschließt.

6. Zylinderkopfhaupe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch ein Funktionselement ein Unterdruckbehälter gebildet ist.
7. Zylinderkopfhaupe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberschale und/oder die Unterschale mit einem Druckregelventil verbunden ist.

Patentansprüche

1. Zylinderkopfhaupe, insbesondere zur Abdeckung eines Zylinderkopfes einer Brennkraftmaschine, aufweisend mehrere Funktionselemente, wie einen Öleinfüllstutzen und wenigstens eine Ölabscheidevorrichtung, wobei die Kontur der Zylinderkopfhaupe durch eine Unterschale und eine Oberschale gebildet ist, wobei die Funktionselemente jeweils aus zwei Segmenten gebildet sind, wobei jeweils ein Segment integral an der unteren Schale und das zweite Segment integral an der oberen Schale angeordnet ist und die jeweiligen Segmente durch kommunizierende Dichtungskonturen verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** wesentliche Funktionsteile der Ölabscheidevorrichtung an der Unterschale und an der Oberschale angeordnet sind, dergestalt, dass als Ölabscheidevorrichtung wenigstens ein Zyklon vorgesehen ist, welcher einen Becher und ein Tauchrohr aufweist, wobei der Becher an der Unterschale und das Tauchrohr an der Oberschale angeordnet ist.
2. Zylinderkopfhaupe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beide Schalen der Zylinderkopfhaupe aus Kunststoffspritzguss hergestellt sind.
3. Zylinderkopfhaupe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberschale und die Unterschale durch ein Schweißverfahren dicht miteinander verbunden sind, derart, dass durch die Verbindung die Funktion der Funktionselemente gewährleistet ist.
4. Zylinderkopfhaupe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch ein Funktionselement ein Reservoir gebildet ist.
5. Zylinderkopfhaupe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reservoir durch ein Ver-

20

25

30

35

40

45

50

55

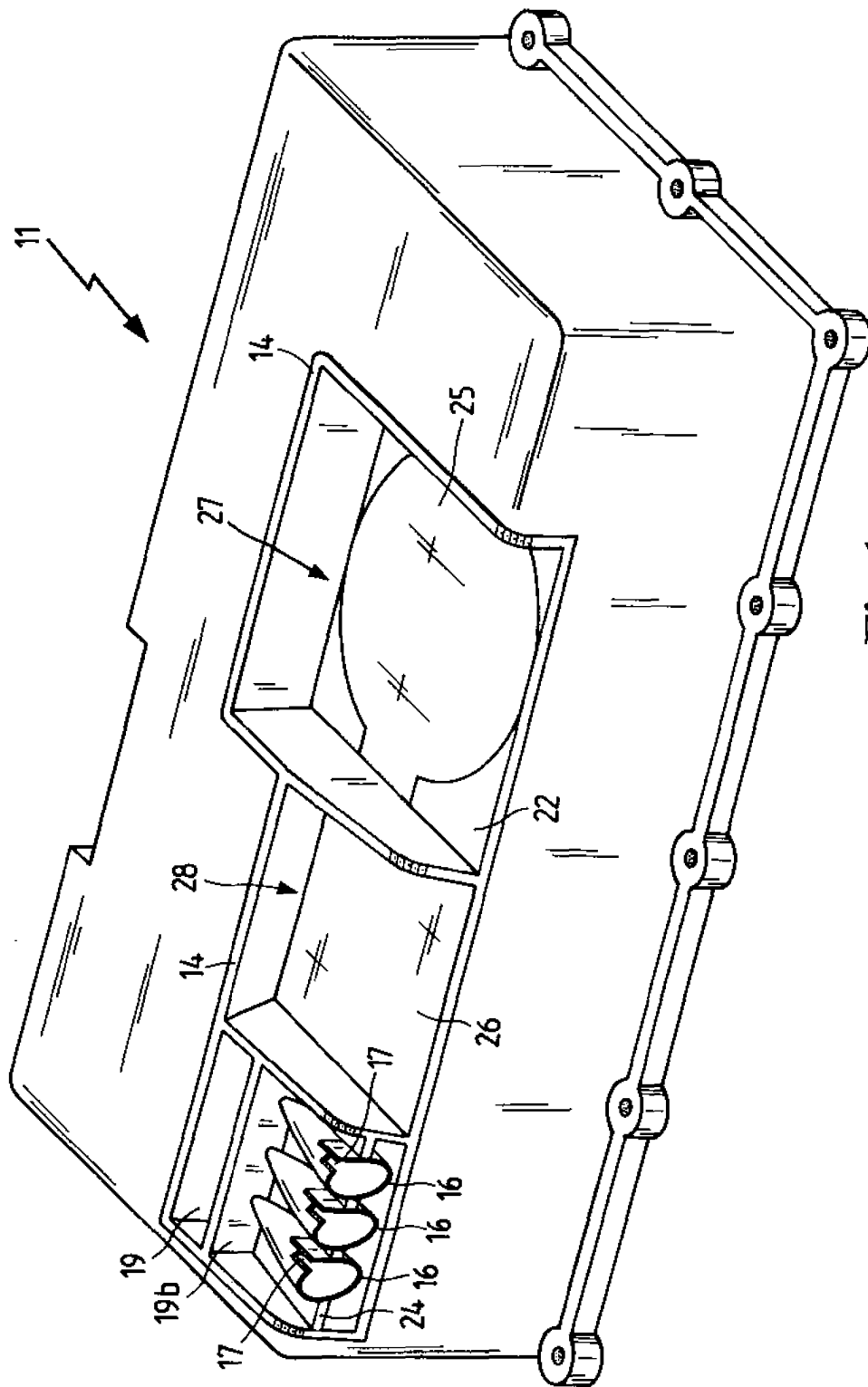


Fig.1

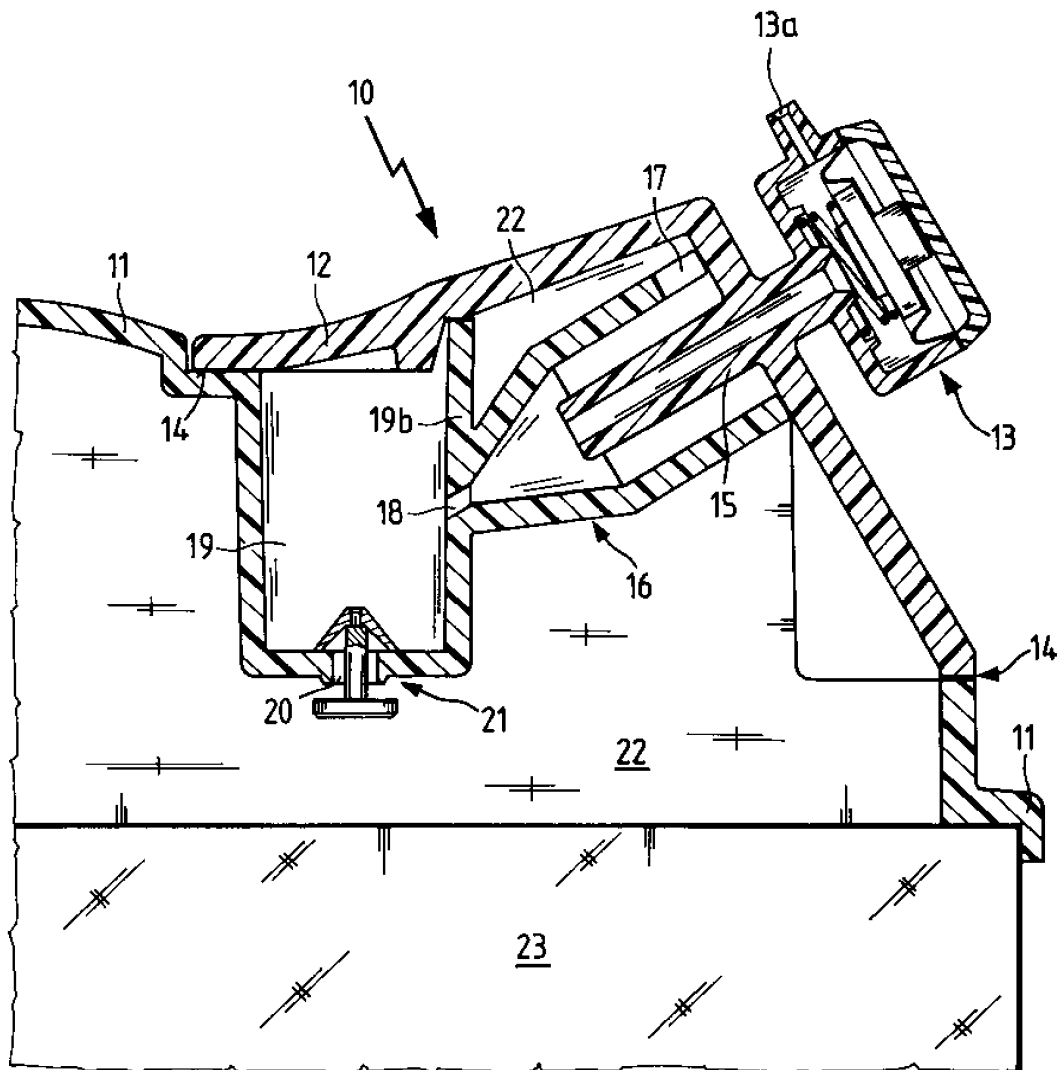


Fig.2