

(19)



(11)

EP 3 156 643 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.03.2021 Patentblatt 2021/12

(51) Int Cl.:
F03C 1/06^(2006.01) F04B 1/20^(2020.01)

(21) Anmeldenummer: **16187567.9**

(22) Anmeldetag: **07.09.2016**

(54) **HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR STEUERPLATTEN EINER HYDRAULISCHEN MASCHINE**
 METHOD FOR PRODUCING CONTROL PANELS OF A HYDRAULIC MACHINE
 PROCÉDÉ DE FABRICATION DE PLAQUES DE COMMANDE D'UNE MACHINE HYDRAULIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **15.10.2015 CH 15202015**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.04.2017 Patentblatt 2017/16

(73) Patentinhaber: **Liebherr Machines Bulle SA**
1630 Bulle (CH)

(72) Erfinder:
 • **Angelo, Didier**
1661 Le Pâquier (CH)

• **Rauschenberger, Mathias**
18055 Rostock (DE)

(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 301 310 CH-A- 252 204
DE-A1- 2 047 557 DE-A1- 3 140 339
DE-A1- 10 200 545 DE-A1-102007 008 049
DE-B3- 10 251 552 DE-C2- 3 590 198
DE-T2- 69 929 923 US-B1- 6 981 321

EP 3 156 643 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für eine Steuerplatte für eine hydraulische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine. Ferner umfasst die vorliegende Erfindung eine Axialkolbenmaschine, insbesondere eine Axialkolbenpumpe oder Axialkolbenmotor, mit wenigstens einer Steuerplatte, die gemäß dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren gefertigt wurde.

[0002] Steuerplatten hydraulischer Maschinen dienen zur Steuerung der hydraulischen bzw. pneumatischen Flüsse innerhalb der Maschine. Zur Durchflusssteuerung sieht die Steuerplatte mehrere Öffnungen vor, auch als Nieren bezeichnet, wobei die resultierenden Volumenströme vom Drehwinkel der Steuerplatte abhängen. Neben den Nieren sind weitere Feinsteuerelemente, üblicherweise in Form von Kerben und durchgängigen Öffnungen, vorgesehen. Zur Verdeutlichung wird die Funktion der Steuerplatte am Beispiel einer Schrägscheiben-Axialkolbenpumpe beschrieben. Die benötigte Steuerplatte wird zwischen Anschlussplatte und Triebwerkszylinder auf der Triebwelle montiert. Die Geometrie und Lage der Hochdrucknieren der Steuerplatte definieren bei gegebener Zylindernierenform die Drehwinkelbereiche, zu denen erstens ein jeweiliger Triebwerkszylinder mit der Niederdruckseite des Ölkreislaufs verbunden ist, so dass durch die Bewegung des Triebwerkskolbens (entlang seiner Längsachse aus dem Triebwerkszylinder heraus) Hydrauliköl in den entsprechenden Hydraulikzylinder hinein gesaugt werden kann, und zweitens der jeweilige Triebwerkszylinder bei entsprechender Weiterdrehung des Triebwerkes mit der Hochdruckseite des Ölkreislaufs verbunden ist, wodurch das Hydrauliköl im Zuge der entsprechenden in entgegengesetzter Richtung erfolgenden Triebwerkskolbenbewegung in den Hochdruckölkreislauf hinein gepresst wird.

[0003] Allgemein gesprochen steht bei der Konstruktion von Hydraulikkomponenten fast immer der Anspruch nach Leistung und Lebensdauer im Vordergrund. Nicht zu verachten ist allerdings der Komfortanspruch der Kunden hinsichtlich geräuschärmerer Komponenten, der zunehmend an Bedeutung gewinnt. Prinzipbedingt durch die Konstruktionsweise von Axialkolbeneinheiten in Schrägbauweise treten veränderliche Anregungen auf, die sich in Betrag, Richtung oder Angriffspunkt nichtkonstanter Kräfte und Momente auf der mechanischen Seite sowie Förderstrom und Druckpulsation auf der hydraulischen Seite unterscheiden. Bei der Optimierung der Steuerplatten gilt es die durch die vorgenannten Belastungen auftretenden Verschleißerscheinungen sowie Betriebsgeräusche effektiv zu minimieren.

[0004] Ursächlich für diese Größen ist der Druckverlauf des Förderstroms in den einzelnen Triebwerkskolben. Einen wesentlichen Einfluss auf die Größen kann man durch geeignete Modifikationen der Basisgeometrie der Steuerplatte nehmen. Besonders wichtig sind Geometriemerkmale, welche die Übergänge von Nieder-

druck zu Hochdruck - der Kompression - und den Übergang von Hochdruck zu Niederdruck - der Dekompression - bestimmen. Die ungewollten mechanischen und hydraulischen Anregungen erfolgen primär in den sogenannten Umsteuerbereichen. Durch die Geometrie dieser Feinsteuerelemente, d.h. der Steuerkerbe und Entlastungsöffnung, sollen die Verläufe des Drucks und des Durchflusses beeinflusst werden, um ungewollte mechanische und hydraulische Anregungen gezielt zu unterdrücken.

[0005] Bis zum heutigen Tage wurden viele verschiedene Methoden zur Minimierung der Anregungen untersucht. Stand der Technik ist heute nach wie vor die Ausgestaltung einer Steuerplatte mit Feinsteuerelementen. Die Geometrie der Hochdrucknieren und Feinsteuerelemente sind durch spezielle Parameter vorgegeben und definiert.

[0006] Die Öffnungen der Hochdrucknieren werden bisher spanabhebend durch konventionelles Bohren, Erodieren oder ähnliche Verfahren eingebracht. Entlastungs- sowie Steuerkerben werden ebenfalls spanabhebend durch Schleifen, Fräsen, Erodieren oder ähnliche Verfahren gefertigt.

[0007] Aus der DE 102 51 552 B3 ist eine Steuerplatte für eine Axialkolbenmaschinen sowie eine entsprechende Axialkolbenmaschine bekannt. Die Steuerplatte weist eine Durchgangsöffnung auf, wobei der radial innere Rand der Steuerplatte als Zentrierfläche ausgebildet ist, die die Steuerplatte auf einem gehäuseseitig ausgebildeten Zentrierkörper zentriert. Die Zentrierfläche besteht aus mehreren Teilflächen, die auf sich radial nach innen in die Durchgangsöffnung erstreckenden Segmenten des inneren Rands der Steuerplatte ausgebildet sind, wobei die Segmente durch Ausnehmungen getrennt sind. Zur Fertigung der Steuerplatte erfolgt eine radiale Vergrößerung im Warmschmiedeprozess oder durch ein spanendes Fertigungsverfahren. Die Steueröffnungen werden dagegen vorzugsweise gestanzt, wobei das Stanzen im warmen oder im kalten Zustand erfolgen kann. Abschließend werden die dichtenden Umgebungen in einem spanabhebenden Fertigungsprozess, beispielsweise durch Lappen, bearbeitet.

[0008] Nachteilig dabei ist, dass Spanabhebende Herstellungsverfahren jedoch gerade bei komplexen Formen und Feinsteuerelementen einen erheblichen Mehraufwand bedeuten, da extrem kleine Werkzeuge, so zum Beispiel ein sehr kleiner Fräserkopf, benötigt werden. Letzteres ist allerdings äußerst problematisch oder gar unmöglich, da das verwendete Rohmaterial für die Steuerplatten aufgrund der starken Beanspruchung in einer Axialkolbenpumpe extrem widerstandsfähig gegenüber Materialabrieb sein muss und somit die Haltbarkeit eines kleinen Werkzeuges in der besagten Anwendung nicht gegeben ist.

[0009] Gesucht wird daher eine Lösung für ein alternatives Herstellungsverfahren, das die oben genannten Probleme zu überwinden weiß. Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Herstellungsverfahren gemäß den Merkma-

len des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Herstellungsverfahrens sind Gegenstand der sich an den Hauptanspruch anschließenden abhängigen Unteransprüche.

[0010] Die Kernidee der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass Bohrungen für die Herstellung der Steuerplatte weitestgehend vermieden werden. Erfindungsgemäß wird stattdessen vorgeschlagen, zunächst einen Steuerplattenrohling aus Metall zu fertigen, der im Anschluss mittels spanloser Fertigung nachbearbeitet wird, d.h. dessen Basisformgebung wird mittels spanloser Fertigung modifiziert. Die Modifikation umfasst vorzugsweise die Einbringung von Öffnungen und/oder Nieren und/oder etwaigen Feinsteuerelementen. Der Rohling in seiner Basisform kann platten- oder scheibenförmig sein. Vorzugsweise wird dieser zunächst aus einem Metallmaterial herausgeschnitten. Es sind jedoch anderweitige Formen und Fertigungsverfahren für den Rohling vorstellbar.

[0011] Durch die spanlose Nachbearbeitung des Steuerplattenrohlings kann vollständig oder zumindest weitestgehend auf spanabhebende Verfahren für die Modifizierung dessen Geometrie verzichtet werden. Die spanlose Fertigung bietet Möglichkeiten zur weitreichenden Modifikationen der vorzusehenden Öffnungen oder Kerben. Insbesondere lassen sich gegenüber konventionellen Herstellungsverfahren feinere Geometrien schaffen, ohne eine zunehmende Komplexität des Herstellungsprozesses in Kauf nehmen zu müssen. Durch die spanlose Fertigung sind insbesondere Formen von Feinsteuerelementen denkbar, die durch spanabhebende Verfahren aufgrund der eingangs erwähnten Probleme nicht möglich bzw. nur unter einem erheblichen Mehraufwand umsetzbar sind.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Nachbearbeitung der Steuerplatte die Herstellung ein oder mehrerer durch die Steuerplatte durchgehender Öffnungen. Bekannt sind derartige Öffnungen als Nieren, insbesondere Hochdruck- bzw. Saugnieren. Ebenso ist die Einbringung einer Zentrieröffnung mittels spanloser Bearbeitung denkbar, die zentral in der Steuerplatte angeordnet ist. Die Zentrieröffnung dient zur Aufnahme einer Triebwelle der hydraulischen Maschine. Ferner sind ein oder mehrere Entlastungsöffnungen durch das Verfahren einbringbar.

[0013] Neben den Öffnungen lassen sich zudem Feinsteuerelemente, wie ein oder mehrere Kerben mittels spanloser Bearbeitung einbringen. Die einbringbaren Kerbentypen lassen sich in Entlastungs- und/oder Steuerkerben unterteilen. Ebenfalls fallen darunter sogenannte Sacklöcher, die bevorzugt eine bereichsweise Vertiefung einer Kerbe darstellen. Zuletzt kann die Steuerplatte in der Nachbearbeitung mit wenigstens einem Fixierungsausschnitt versehen werden, vorzugsweise in Form einer nutartigen Ausnehmung am Umfangrand der Steuerplatte. Der Fixierungsausschnitt dient einerseits zur Fixierung gegen ungewolltes Verdrehen der Steuerplatte gegenüber der Axialkolbenmaschine, insbesondere

re gegenüber der Anschlussplatte der Maschine. Andererseits eignet sich der Fixierungsausschnitt ebenso als Montagehilfe, indem die Ausnehmung als Führung eines auskragenden Bolzens der Anschlussplatte dient.

[0014] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung erfolgt die spanlose Bearbeitung durch Prägen bzw. Vorprägen mit gleichzeitiger Materialverdrängung.

[0015] Ein Vorteil dieser Fertigungsvariante besteht darin, dass durch die Vorprägung/Prägung gleichzeitig eine Materialverdichtung an den bearbeiteten Stellen des Steuerplattenrohlings erzielt wird, wodurch die Materialfestigkeit an den entsprechenden Materialstellen zunimmt. Die Materialverdichtung bewirkt ferner eine Ausrichtung der Metallfasern, was ebenfalls eine Zunahme der Bauteilfestigkeit nach sich zieht. In Summe wird dadurch die Rissfestigkeit der Steuerplatte erhöht, insbesondere wird die Festigkeit der Steuerplatte im Bereich der nachbearbeiteten Formen optimiert.

[0016] Besonders bevorzugt wird der Prozess des Prägens zur Herstellung der oben erwähnten Kerben angewandt. Für die Ausführung ein oder mehrerer Öffnungen bzw. Nieren, wird der Prägeprozess, hier Vorprägen, um einen nachfolgenden Stanzprozess ergänzt, um dadurch eine durch die Materialdicke der Steuerplatte durchgehende Öffnung zu erlangen.

[0017] In einer konkreten Ausgestaltung wird die Einbringung der ein oder mehreren Entlastungs- und/oder Steuerkerben und/oder wenigstens eines Sackloches mittels Prägen und Verdrängen von Material erreicht. Demgegenüber ist es zweckmäßig, wenn die Zentrieröffnung und/oder wenigstens eine Niere, insbesondere die Haupt- bzw. Saugnieren, und/oder wenigstens eine Entlastungsöffnung und/oder ein Fixierungsausschnitt mittels Vorprägen und nachfolgendem Durchstanzen eingebracht werden.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Arbeitsschritte Prägen bzw. Vorprägen für die Herstellung der Öffnungs- bzw. Kerbenelemente in einem gemeinsamen Arbeitsschritt eingebracht werden. Ferner ist es zweckmäßig, wenn das nachfolgende Durchstanzen an dem Werkstück vorgenommen werden kann, ohne dieses erneut in der Fertigungsmaschine ein- bzw. umspannen zu müssen. Der Arbeitsschritt des Stanzens erfolgt dabei vorzugsweise unmittelbar nach dem Arbeitsschritt Prägen bzw. Vorprägen.

[0019] Um die Maßhaltigkeit und Oberflächengüte der Steuerplatte nach dem Prägen bzw. Stanzen zu gewährleisten, ist es zweckdienlich, wenn zumindest eine Oberseite, vorzugsweise beide Oberflächen der Steuerplatte, nach der Fertigung der Hochdrucknieren und der Feinsteuerelementen geschliffen wird bzw. werden.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Prägetiefe wenigstens einer Kerbe, insbesondere der Steuerkerbe, derart gewählt, so dass die resultierende Länge der Kerbe auf der Oberfläche der Steuerplatte auch nach dem Schleifvorgang konstant bleibt. Insbesondere ist die Prägetiefe der wenig-

tens einer Kerbe größer als der durch den Schleifvorgang erzielte Materialabtrag der Oberfläche.

[0021] Denkbar ist es auch, die Prägertiefe der Steuerkerbe über deren Längsausdehnung zu variieren. Der Bereich mit tieferer Prägeeindringung in den Steuerplattenrohling wird als Sackloch bezeichnet, wobei vorzugsweise durch Durchstanzen des Sackloches eine Entlastungsöffnung auf die der Kerbe gegenüberliegende Oberfläche der Steuerplatte geschaffen wird.

[0022] Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich insbesondere beliebige Konturen der Steuerplatte ohne Radien herstellen. Derartige Radien mussten bisher herstellungsbedingt beim Fräsen der Steuerplatten in Kauf genommen werden. Das Prägen mit optionalem Stanzen lässt ebenso Ausformungen der Steuerplatte ohne Radien zu. Besonders bevorzugt wird wenigstens eine Kerbe mit eckiger Form geprägt, beispielsweise mit einem spitz zusammenlaufenden Kerbende, vorzugsweise im Bereich einer Entlastungsöffnung, und/oder mit rechteckiger Kerbenform, insbesondere rechteckiger Quernut im Bereich um eine Entlastungsöffnung.

[0023] Die Erfindung betrifft zudem eine Steuerplatte für eine hydraulische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, mit ein oder mehreren Hochdruck- und/oder Saugnieren sowie wenigstens eine Kerbe, insbesondere Entlastungs- und/oder Steuerkerbe, wobei die wenigstens eine Kerbe eine spitz zusammenlaufende Längsnut oder eine rechteckige Quernut auf wenigstens einer Oberfläche der Steuerplatte bildet. Die Steuerplatte kann vorzugsweise gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren gefertigt sein.

[0024] Daneben betrifft die Erfindung ebenfalls eine Steuerplatte für eine hydraulische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, besonders bevorzugt eine Axialkolbenpumpe oder Axialkolbenmotor, die gemäß einem Verfahren der vorliegenden Erfindung gefertigt wurde.

[0025] Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Axialkolbenmaschine, insbesondere eine Axialkolbenpumpe oder einen Axialkolbenmotor, mit wenigstens einer Steuerplatte gefertigt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Die Steuerplatte bzw. die Axialkolbenmaschine zeichnet sich demnach durch dieselben Vorteile und Eigenschaften aus, wie sie bereits anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens näher erläutert wurden. Auf eine wiederholende Beschreibung wird aus diesem Grund verzichtet.

[0026] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sollen im Nachfolgenden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

[0027] Es zeigen:

Figur 1: eine perspektivische Draufsicht auf die dem Zylinder zugewandte Seite der Steuerplatte gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Figur 2: eine Detailansicht der Steuerkerbe der Steuerplatte gemäß Figur 1 sowie eine Schnittdarstellung durch die Steuerplatte entlang der Schnittlinie B-B im Bereich der Steuerkerbe;

Figur 3: eine vergrößerte Darstellung der Schnittdarstellung gemäß Figur 2;

Figur 4: eine perspektivische Draufsicht auf die Steuerplatte gemäß Figur 1 aus der Richtung der Anschlussplatte,

Figur 5: eine Detaildarstellung der Entlastungskerbe sowie eine Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie E-E im Bereich der Entlastungskerbe bzw. Entlastungsöffnung,

Figur 6: eine perspektivische Draufsicht auf die dem Zylinder zugewandte Seite der Steuerplatte gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 7: eine Detailansicht der Entlastungskerbe der Steuerplatte gemäß Figur 6 sowie eine Schnittdarstellung durch die Steuerplatte der Schnittlinie F-F im Bereich der Entlastungskerbe,

Figur 8: ein weiteres Ausführungsbeispiel der Steuerplatte in einer perspektivischen Draufsicht auf die dem Zylinder zugewandte Seite und

Figur 9: eine Detailansicht der Entlastungskerbe der Steuerplatte gemäß Figur 8 sowie eine Schnittdarstellung durch die Steuerplatte entlang der Schnittlinie E-E im Bereich der Entlastungskerbe.

[0028] Das Ausführungsbeispiel zeigt eine erfindungsgemäße Steuerplatte 1, die zum Einbau in einer Axialkolbenmaschine zwischen Triebwerkszylindern und Anschlussplatte geeignet ist. Die Hauptfunktion der Steuerplatte 1 besteht darin, die Triebwerkszylinder der Axialkolbenpumpe entsprechend mit Hydrauliköl zu versorgen. Durch die Steuerplatte 1 werden aufgrund der Geometrie und der Lage der Hochdrucknieren 3 bei gegebener Zylindernierenform die Drehwinkelbereiche festgelegt, zu denen ein jeweiliger Triebwerkszylinder mit der Niederdruckseite des Ölkreislaufs verbunden ist. Dadurch kann durch die Bewegung des Triebwerkkolbens (entlang seiner Längsachse aus dem Triebwerkszylinder heraus) Hydrauliköl in den entsprechenden Hydraulikzylinder hineingesaugt werden. Bei entsprechender Weiterdrehung des Triebwerks wird der jeweilige Triebwerkszylinder zudem mit der Hochdruckseite des Ölkreislaufs verbunden, wodurch das Hydrauliköl im Zuge der entsprechenden in entgegengesetzter Richtung erfolgenden Triebwerkskolbenbewegung in den Hoch-

druckölkreislauf hineingepresst wird.

[0029] Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf die dem Triebwerkszylinder einer Axialkolbenpumpe zugewandte Seite 1a der erfindungsgemäßen Steuerplatte 1. Die dargestellte Steuerplatte 1 umfasst eine zentral angeordnete Zentrieröffnung 6 sowie insgesamt vier Hochdrucknieren 3 und eine größer dimensionierte Saugniere 5, wobei die Nieren alle als durch die Steuerplatte 1 durchgehende Langlöcher ausgeformt sind. Die Größe der Hochdrucknieren 3 ist identisch, die Abmessung der Saugniere 5 ist demgegenüber deutlich größer, d.h. länger.

[0030] Durch die Zentrieröffnung 6, die zur Aufnahme der Triebwelle der Axialkolbenmaschine dient, entsteht eine ringartige Geometrie der Steuerplatte 1, wobei die Hochdrucknieren in Umfangsrichtung hintereinander laufen. Die Saugniere 5 erstreckt sich auf dem zur Zentrieröffnung 6 gegenüberliegenden Ringbereich der Steuerplatte 1.

[0031] Im Bereich zwischen den äußeren Hochdrucknieren 3 und der Saugniere 5 erstreckt sich im ersten Zwischenbereich eine Steuerkerbe 2, die sich unmittelbar an das Ende der äußeren Hochdruckniere 3 anschließt und sich in Richtung der Saugniere 5 erstreckt. In dem auf der anderen Seite der Zentrieröffnung liegenden Zwischenbereich zwischen Hochdruckniere 3 und Saugniere 5 ist eine Entlastungsöffnung 4 vorgesehen.

[0032] Eine perspektivische Draufsicht auf die in der Figur 1 untenliegende Oberfläche 1b der Steuerplatte 1 ist in der Figur 4 wiedergegeben. Diese Oberfläche 1b ist in der Einbauposition innerhalb der Axialkolbenpumpe der Anschlussplatte zugewandt. Erkennbar sind ebenfalls die Hochdrucknieren 3 sowie die Saugniere 5. Im Bereich der Entlastungsöffnung auf der Oberfläche 1a der Steuerplatte 1 liegt auf der Unterseite die Entlastungskerbe 8 mit der endseitigen nutartigen Vertiefung zu einem Sackloch 9. Das Sackloch 9 mündet in der Entlastungsöffnung 4.

[0033] Darüber hinaus ist im Bereich der Saugniere 5 am äußeren Umfang ein Ausschnitt 7 vorgesehen, der eine Aussparung des Umfangs der Steuerplatte 1 ist. Der Ausschnitt 7 erfüllt zwei Funktionen. Zum einen stellt er eine Montagehilfe dar, indem durch Aufstecken des Ausschnittes auf einen auskragenden Bolzen der Anschlussplatte bei der Montage die richtige Einbauposition mit dem richtigen Winkel der Steuerplatte gegenüber der Axialkolbenpumpe erzwungen wird. Zum anderen wird gleichzeitig eine Fixierung der Steuerplatte im Pumpenbetrieb erreicht und diese gegen ein unbeabsichtigtes Verdrehen im Betrieb gesichert.

[0034] Ausgehend von einem Steuerplattenrohkörper, der im Wesentlichen aus der dargestellten Steuerplatte 1 ohne die Öffnungen bzw. Kerbungen 2-9 ausgebildet ist, wird durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens die erfindungsgemäße Steuerplatte 1 gemäß den Figuren 1 bis 5 hergestellt. Durch Kombination aus Vorprägen und Durchstanzen werden hierbei die Hochdrucknieren 3 sowie die Saugniere 5, die Zentrieröffnung 6 als auch die Entlastungsöffnung 4 und der Ausschnitt

7 zur Fixierung der Steuerplatte 1 hergestellt. Die Fertigung der Steuer- und Entlastungskerben 2, 8 wird demgegenüber durch einfaches Prägen erreicht.

[0035] Durch das Prägen sind Formen von Feinsteuerelementen möglich, die durch spanabhebende Verfahren nicht möglich sind bzw. nur unter erheblichen Aufwand umsetzbar sind. Gerade die Anfertigungen von Öffnungen durch Prägen und anschließendem Durchstanzen ermöglicht Formen, die durch spanabhebende Verfahren nur mit einem erheblichen Mehraufwand umsetzbar sind. Das im Fertigungsprozess enthaltene Prägen, d.h. die Fertigung der Kerben 2, 5 durch Prägen und die Fertigung von Öffnungen 3, 5, 6, 7 durch Vorprägen mit anschließenden Durchstanzen führt zudem zu einer Materialverdichtung an den durch die Bearbeitung des Steuerplattenrohlings neu entstehende Materialoberflächen 1a, 1b der fertiggestellten Steuerplatte 1. Durch die Materialverdichtung entsteht ferner eine Ausrichtung der Metallfasern, die genauso wie die Materialverdichtung selbst eine höhere Bauteilfestigkeit nach sich zieht. Insbesondere erhöht sich die Rissfestigkeit der Steuerplatte 1.

[0036] Figur 2a zeigt eine Detailansicht der Steuerkerbe 2, die sich an den Rand einer Hochdruckniere 3 anschließt. Die Steuerkerbe stellt eine Vertiefung der Oberfläche 1a der Steuerplatte 1 dar, die sich in Längsrichtung der Hochdruckniere 3 fortsetzt und in Richtung der Saugniere 5 orientiert ist. Das freie Ende der Steuerkerbe 2 weist zwei im rechten Winkel zueinanderstehenden Seitenkanten 2a, 2b auf. Die Eindringtiefe der Steuerkerbe 2 in die Steuerplatte 1 kann beginnend von der Hochdruckniere 3 in Richtung zum freien Ende exponentiell abnehmen, d.h. der Boden der Steuerkerbe kann einen konkaven bzw. konvexen Verlauf zeigen. Alternativ kann der Boden geradlinig sein, wie dies anhand der Schnittdarstellung der Figur 2b entlang der Schnittachse B-B erkennbar ist, d.h. die Kerbe 2 zeigt eine konstant abnehmende Eindringtiefe. Das spitze Ende der Steuerkerbe 2 mit den Seitenkanten 2a, 2b lässt sich erst durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren (Prägen & Stanzen) herstellen, da sich nach konventioneller Herstellungsmethode mittels Fräser stets ein Radius im Endbereich der Kerbe ergibt.

[0037] Nach der Fertigung der Hochdrucknieren 3 und der Feinsteuerelemente ist ein Schleifen der gesamten Oberflächenfläche 1a, 1b der Steuerplatte 1 notwendig, damit die erzielbare Maßhaltigkeit und Oberflächengüte ausreichend ist. Aus diesem Grund muss die minimale Einprägertiefe der Steuerkerbe 2 mindestens so tief gewählt sein, damit beim nachfolgenden Materialabtrag durch den Schleifprozess die Länge l der Steuerkerbe 2 nicht kleiner wird. In Figur 3 ist nochmals eine Detailansicht der Hochdruckniere 3 in Verbindung mit der Steuerkerbe 2 dargestellt. Die Dicke a entspricht der ursprüngliche Dicke der Steuerplatte 1, während b die Dicke der Steuerplatte 1 nach dem Schleifvorgang wiedergibt. Ersichtlich ist in diesem Zusammenhang, dass die minimale Tiefe der Einprägung der Steuerungs-

kerbe 2 tiefer in die Steuerplatte hineinreicht, als der durch den Schleifvorgang erzielte Materialabtrag. Folglich ändert sich die Länge l der Steuerkerbe 2 durch den Schleifvorgang nicht.

[0038] Die Figuren 5a, 5b zeigen nochmals Detailansichten der Unterseite 1b der Steuerplatte 1 mit der Entlastungskerbe 8 bzw. der Entlastungsöffnung 4. Die Darstellung der Figur 5a zeigt eine Detailansicht der Oberfläche 1b im Bereich der Entlastungskerbe 8. Erkennbar ist hierbei, dass die Kerbe 8 endseitig an der der Hauptnut 3 zugewandten Seite tiefer in die Steuerplatte 1 hineinragt und dadurch das Sackloch 9 ausbildet. Das Sackloch 9 der Entlastungskerbe 8 mündet in der Entlastungsöffnung 4 der Oberfläche 1a. Eine Schnittdarstellung durch die Entlastungskerbe 8 im Bereich des Sackloches 9 entlang der Schnittlinie E-E zeigt Figur 5b. Der gebildete Kanal von der Oberfläche 1b verjüngt sich demnach in Richtung der Oberfläche 1a. Während des Herstellungsverfahrens wird die Entlastungskerbe 8 inklusive des Sackloches 9 geprägt. Im Anschluss wird durch Stanzen im Zentrum des Sacklochs 9 das Metall durchstoßen und die Entlastungsöffnung 4 geschaffen.

[0039] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Steuerplatte ist der Figur 6 zu entnehmen. Die dem Triebwerkzylinder einer Axialkolbenpumpe zugewandte Seite 10a der Steuerplatte 10 gleicht im Wesentlichen der Steuerplatte 1 gemäß Figur 1. Gleiche Merkmale sind daher mit identischen Bezugszeichen versehen. Einziger Unterschied der Steuerplatte 10 gegenüber der Steuerplatte 1 besteht darin, dass die Entlastungsöffnung 4 auf der Seite 10a mit einer zusätzlichen kerbenartigen Vertiefung 40 (zusätzliche Entlastungskerbe) versehen ist. Diese Vertiefung 40 verläuft ausgehend von der Entlastungsöffnung 4 in Richtung der Hochdruckniere 3 spitz zusammen. Die Unterseite 10b der Steuerplatte 10 entspricht in ihrer Ausführung der Unterseite 1b der Steuerplatte 1 gemäß Figur 4.

[0040] In der Draufsicht der Figur 7a ist erkennbar, dass die Breite der Vertiefung 40 zu Beginn der Breite der Entlastungsöffnung entspricht und in Richtung der Hochdruckniere 3 spitz zusammenläuft. Gleiches gilt für die Tiefe der Einprägung in den Steuerplattenrohling 10, die in Richtung der Hochdruckniere 3 stetig abnimmt, was gut in der Schnittdarstellung 7b entlang der Schnittachse F-F der Figur 7a zu sehen ist.

[0041] Auch diese spitz zusammenlaufende Formgebung der Vertiefung 40 wird erst durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren mittels Prägen & Stanzen ermöglicht. Die neuartige Formgebung im Bereich der Entlastungsöffnung 4 zeigt gewisse Vorteile im Betrieb. Kavitation führt klarerweise zu einer unkontrollierten Änderung der Geometrie. Schäden im Bereich der Entlastungsöffnung durch Kavitation werden aufgrund der Vertiefung 40 deutlich reduziert.

[0042] Ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel der Steuerplatte ist in Figur 8 gezeigt. Auch diese Steuerplatte 100 unterscheidet sich gegenüber der Steuerplatte 1, 10 lediglich in der Ausführung der Entlastungs-

öffnung 4 auf der Seite 100a. In diesem Beispiel wird um die Entlastungsöffnung 4 herum eine rechteckige Quernut 400 ausgeprägt, die ebenfalls als zusätzliche Entlastungskerbe 400 auf der Seite 100a dient. Die Rechteckform der zusätzlichen Quernut 400 ist in der Draufsicht gemäß Figur 9a sowie in der Schnittdarstellung gemäß Figur 9b entlang der Schnittachse E-E ersichtlich.

[0043] Schäden im Bereich der Entlastungsöffnung durch Kavitation werden durch die Quernut 400 sehr deutlich reduziert. Die hier gezeigte Prägung 400 kann selbstverständlich genau definiert erfolgen. Durch den Prägevorgang lässt sich eine Rechteckform der Quernut 400 herstellen, da hierdurch an den Eckpunkten ungewollte Radien vermeidbar sind.

[0044] Die Funktionsbeschreibung der vorgestellten Ausführungsbeispiele der Steuerplatten 1, 10, 100 beschränkte sich auf den Pumpenbetrieb der Axialkolben-einheit. Eine solche Steuerplatte 1, 10, 100 könnte selbstverständlich auch für den Motorbetrieb zum Einsatz kommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Steuerplatte (1) für eine hydraulische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, wobei ein Steuerplattenrohling aus Metall gefertigt wird und im Anschluss die Geometrie des Steuerplattenrohlings mittels spanloser Fertigung für die Umsetzung der Steuerfunktionen modifiziert wird, wobei die Modifikation die Herstellung ein oder mehrerer durchgehender Öffnungen umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spanlose Bearbeitung den Arbeitsschritt des Prägens/Vorprägens in Verbindung mit Materialverdrängung umfasst, wobei die durchgehenden Öffnungen durch die Steuerplatte (1) nach dem Vorprägen zusätzlich mittels Stanzen durchstoßen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modifikation die Herstellung ein oder mehrerer Nieren (3, 5) und/oder einer Zentrieröffnung (6) und/oder ein oder mehrerer Entlastungsöffnungen (4), und/oder ein oder mehrerer Kerben (2, 8, 40), wie beispielsweise ein oder mehrere Entlastungs- und/oder Steuerkerben (2, 8) und/oder ein oder mehrere Sacklöcher (9), und/oder wenigstens eines Fixierungsausschnittes (7) zur Fixierung der Steuerplatte (1) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbringung der ein oder mehreren Entlastungs- und/oder Steuerkerben (2, 8, 40) und/oder wenigstens eines Sackloches (9) mittels Prägen und Verdrängen von Material erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einbringung der Zentrieröffnung (6) und/oder wenigstens einer Niere (3, 5) und/oder wenigstens einer Entlastungsöffnung (4) und/oder eines Fixierungsausschnittes (7) mittels Vorprägen und nachfolgendem Durchstanzen erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt des Prägens/Vorprägens in einem Arbeitsschritt erfolgt und ein nachfolgendes Stanzen bevorzugt ohne erneutes Einspannen des Werkstückes unmittelbar nach dem Prägen/Vorprägen erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Oberfläche (1a, 1b) der Steuerplatte (1) nach dem Prägen/Vorprägen und Durchstanzen geschliffen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägetiefe wenigstens einer Kerbe (2, 8, 40), insbesondere der Steuerkerbe (2), größer ist als der durch den Schleifvorgang erzielte Abtrag der Oberfläche (1a, 1b), so dass die Länge der wenigstens einen Kerbe (2, 8, 40), insbesondere Steuerkerbe (2), trotz Schleifvorgangs konstant bleibt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägetiefe der Entlastungskerbe (8) variiert, wobei der Bereich mit tieferer Eindringung in den Steuerplattenrohling als Sackloch (9) bezeichnet wird, wobei vorzugsweise durch Durchstanzen des Sackloches (9) eine Entlastungsöffnung (4) geschaffen wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Konturen und/oder Vertiefungen auf der Steuerplattenoberfläche (1a, 1b) ohne Radien gefertigt werden, vorzugsweise wird eine Kerbe (2, 8, 40) mit eckiger Form, beispielsweise mit spitz zusammenlaufendem Kerbenende und/oder rechteckige Kerbenform, gefertigt.
10. Steuerplatte (1) für eine hydraulische Maschine, insbesondere eine Axialkolbenmaschine, welche mittels des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche gefertigt wurde, mit ein oder mehreren Hochdruck- und/oder Saugnieren (3, 5) sowie wenigstens einer Kerbe (2, 8, 40), insbesondere Entlastungs- und/oder Steuerungskerbe (2, 8), **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens eine Kerbe (2, 8, 40) eine spitz zusammenlaufende Längsnut oder eine rechteckige

Quernut auf wenigstens einer Oberfläche (1a, 1b) der Steuerplatte (1) bildet, wobei die Kontur der wenigstens einen Kerbe (2, 8, 40) an den Eckpunkten keine Radien aufweist.

11. Axialkolbenmaschine, insbesondere Axialkolbenpumpe oder Axialkolbenmotor, mit wenigstens einer Steuerplatte (1) nach Anspruch 10.

Claims

1. Method for producing a control panel (1) for a hydraulic machine, in particular an axial piston machine, wherein a control panel blank is manufactured from metal, and subsequently the geometry of the control panel blank is modified, by means of non-cutting manufacture, for implementing the control functions, wherein the modification comprises producing one or more through-openings, **characterised in that** the non-cutting processing comprises a work step of shaping/preshaping in conjunction with material displacement, wherein the through-openings are additionally pierced through the control panel (1) following preshaping, by means of stamping.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the modification comprises the production of one or more pockets (3, 5) and/or a centring opening (6) and/or one or more discharge openings (4), and/or one or more notches (2, 8, 40) such as one or more discharge and/or control notches (2, 8) and/or one or more blind holes (9), and/or at least one fixing cutout (7) for fixing the control panel (1).
3. Method according to claim 2, **characterised in that** the one or more discharge and/or control notches (2, 8, 40) and/or at least one blind hole (9) are introduced by means of shaping and displacement of material.
4. Method according to either of the preceding claims 2 to 3, **characterised in that** the centring opening (6) and/or at least one pocket (3, 5) and/or at least one discharge opening (4) and/or a fixing cutout (7) is introduced by means of preshaping and subsequent punching through.
5. Method according to either of the preceding claims 3 or 4, **characterised in that** the method step of shaping/preshaping takes place in one work step, and subsequent stamping takes place preferably without renewed clamping of the workpieces, directly following the shaping/preshaping.
6. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** at least one surface (1a, 1b)

of the control panel (1) is ground following shaping/preshaping and punching through.

7. Method according to claim 6, **characterised in that** the shaping depth of at least one notch (2, 8, 40), in particular the control notch (2), is greater than the removal of the surface (1a, 1b) achieved by the grinding procedure, such that the length of the at least one notch (2, 8, 40), in particular control notch (2), remains constant despite the grinding procedure.
8. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the shaping depth of the discharge notch (8) varies, wherein the region having deeper penetration into the control panel blank is designated a blind hole (9), wherein a discharge opening (4) is preferably created by the punching through of the blind hole (9).
9. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** contours and/or depressions on the control panel surface (1a, 1b) are produced without radii, preferably a notch (2, 8, 40) having an angular shape, for example having acutely converging notch ends and/or a rectangular notch shape, is produced.
10. Control panel (1) for a hydraulic machine, in particular an axial piston machine, which has been manufactured by means of the method according to any of the preceding claims, comprising a plurality of high-pressure and/or suction pockets (3, 5) as well as at least one notch (2, 8, 40), in particular discharge and/or control notch (2, 8), **characterised in that** the at least one notch (2, 8, 40) forms a longitudinal groove that converges in a pointed manner or a rectangular transverse groove on at least one surface (1a, 1b) of the control panel (1), wherein the contour of the at least one notch (2, 8, 40) does not comprise any radii at the corner points.
11. Axial piston machine, in particular axial piston pump or axial piston engine, comprising at least one control panel (1) according to claim 10.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une plaque de commande (1) pour une machine hydraulique, en particulier une machine à pistons axiaux, une ébauche de plaque de commande étant fabriquée en métal puis la géométrie de l'ébauche de plaque de commande étant modifiée par fabrication sans enlèvement de copeaux pour la réalisation des fonctions de commande, la modification comprenant la fabrication d'un ou plusieurs orifices traversants,

caractérisé en ce que

le formage sans enlèvement de copeaux comprend l'étape de travail de l'estampage/pré-stampage en liaison avec un refoulement de matière, les orifices traversant la plaque de commande (1) étant en plus percés par poinçonnage après le pré-stampage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la modification comprend la fabrication d'un ou de plusieurs reins (3, 5) et/ou d'un orifice de centrage (6) et/ou d'un ou de plusieurs orifices de décharge (4) et/ou d'une ou de plusieurs encoches (2, 8, 40), par exemple une ou plusieurs encoches de décharge et/ou de commande (2, 8), et/ou d'un ou de plusieurs trous borgnes (9), et/ou au moins d'une découpe de fixation (7) pour la fixation de la plaque de commande (1).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la mise en œuvre de la ou des encoches de décharge et/ou de commande (2, 8, 40) et/ou d'au moins un trou borgne (9) est effectuée par estampage et refoulement de matière.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes 2 à 3, **caractérisé en ce que** la mise en œuvre de l'orifice de centrage (6) et/ou d'au moins un rein (3, 5) et/ou d'au moins un orifice de décharge (4) et/ou d'une découpe de fixation (7) est effectuée par pré-stampage et poinçonnage subséquent.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'étape de procédé d'estampage/pré-stampage est effectuée en une étape de travail et un poinçonnage subséquent est effectué de préférence sans nouveau serrage de la pièce directement après l'estampage/pré-stampage.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** au moins une surface (1a, 1b) de la plaque de commande (1) est rectifiée après l'estampage/pré-stampage et le poinçonnage.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la profondeur d'estampage d'au moins une encoche (2, 8, 40), en particulier de l'encoche de commande (2), est supérieure à l'enlèvement sur la surface (1a, 1b) obtenu par le processus de rectification, de telle sorte que la longueur de l'au moins une encoche (2, 8, 40), en particulier de l'encoche de commande (2), reste constante malgré le processus de rectification.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la profondeur d'estampage de l'encoche de décharge (8) varie, la zone avec pénétration plus profonde dans l'ébauche de

plaque de commande étant définie comme trou borgne (9), un orifice de décharge (4) étant réalisé de préférence par poinçonnage du trou borgne (9).

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des contours et/ou des creux sont fabriqués sans rayon sur la surface de plaque de commande (1a, 1b), une encoche (2, 8, 40) de forme polygonale, par exemple avec une extrémité d'encoche rétrécissant en pointe et/ou une forme d'encoche rectangulaire, étant de préférence fabriquée. 5 10
10. Plaque de commande (1) pour une machine hydraulique, en particulier une machine à pistons axiaux, qui a été fabriquée par le procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant un ou plusieurs reins à haute pression et/ou d'aspiration (3, 5) ainsi qu'au moins une encoche (2, 8, 40), en particulier une encoche de décharge et/ou de commande (2, 8), 15 20
- caractérisée en ce que**
l'au moins une encoche (2, 8, 40) forme une rainure longitudinale rétrécissant en pointe ou une rainure transversale rectangulaire sur au moins une surface (1a, 1b) de la plaque de commande (1), le contour de l'au moins une encoche (2, 8, 40) ne présentant pas de rayon dans les coins. 25
11. Machine à pistons axiaux, en particulier pompe à pistons axiaux ou moteur à pistons axiaux, comprenant au moins une plaque de commande (1) selon la revendication 10. 30

35

40

45

50

55

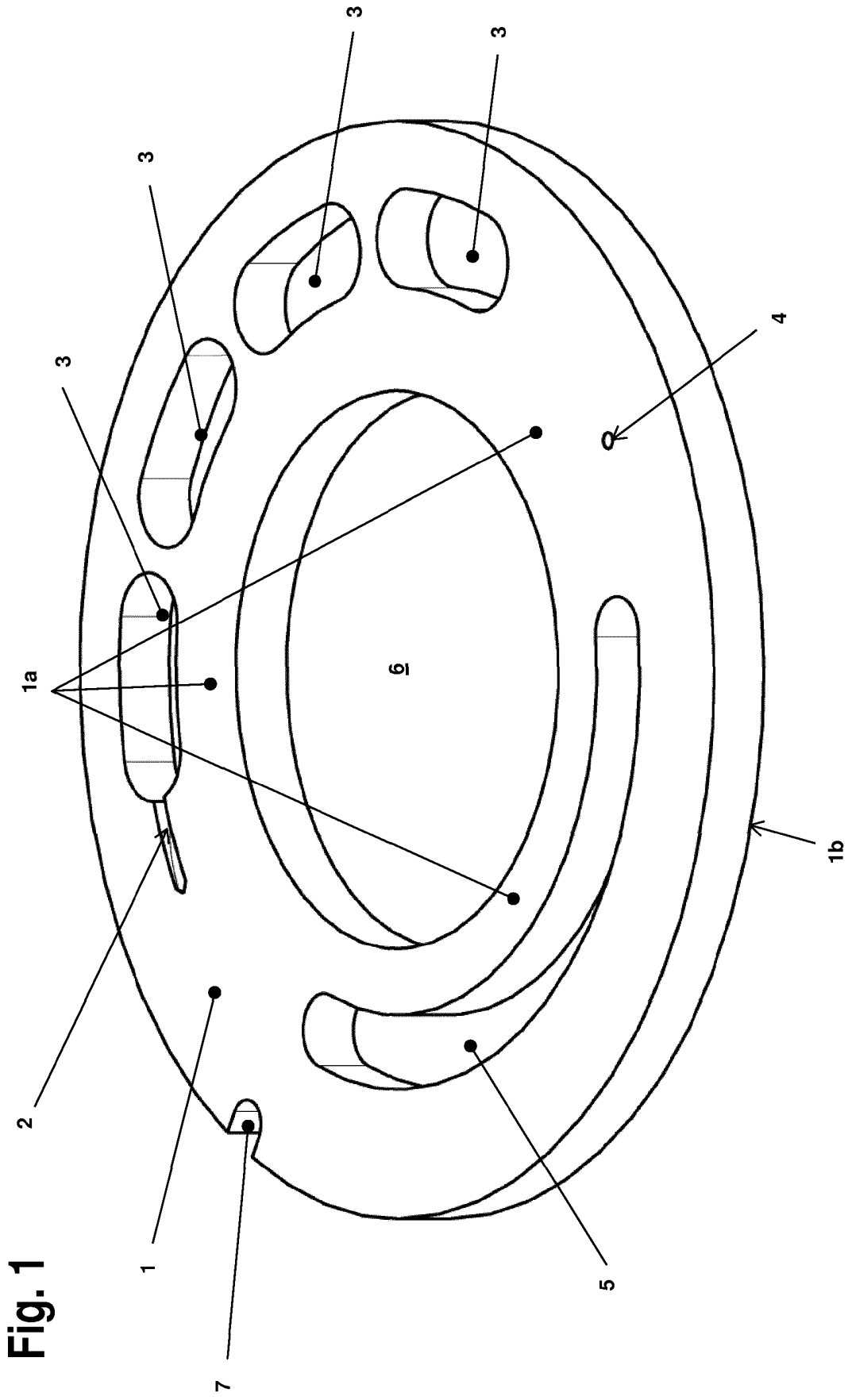


Fig. 1

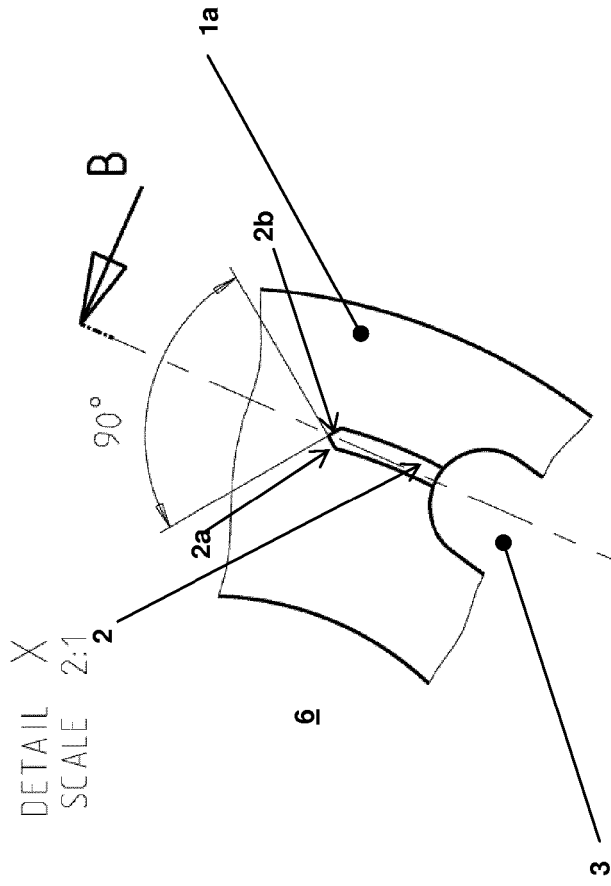


Fig. 2a

DETAIL X
SCALE 2:1

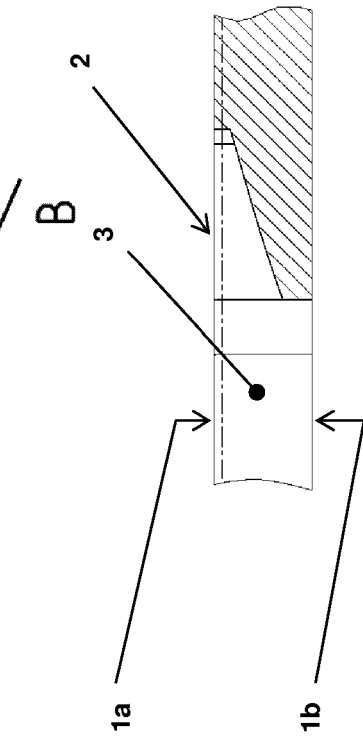
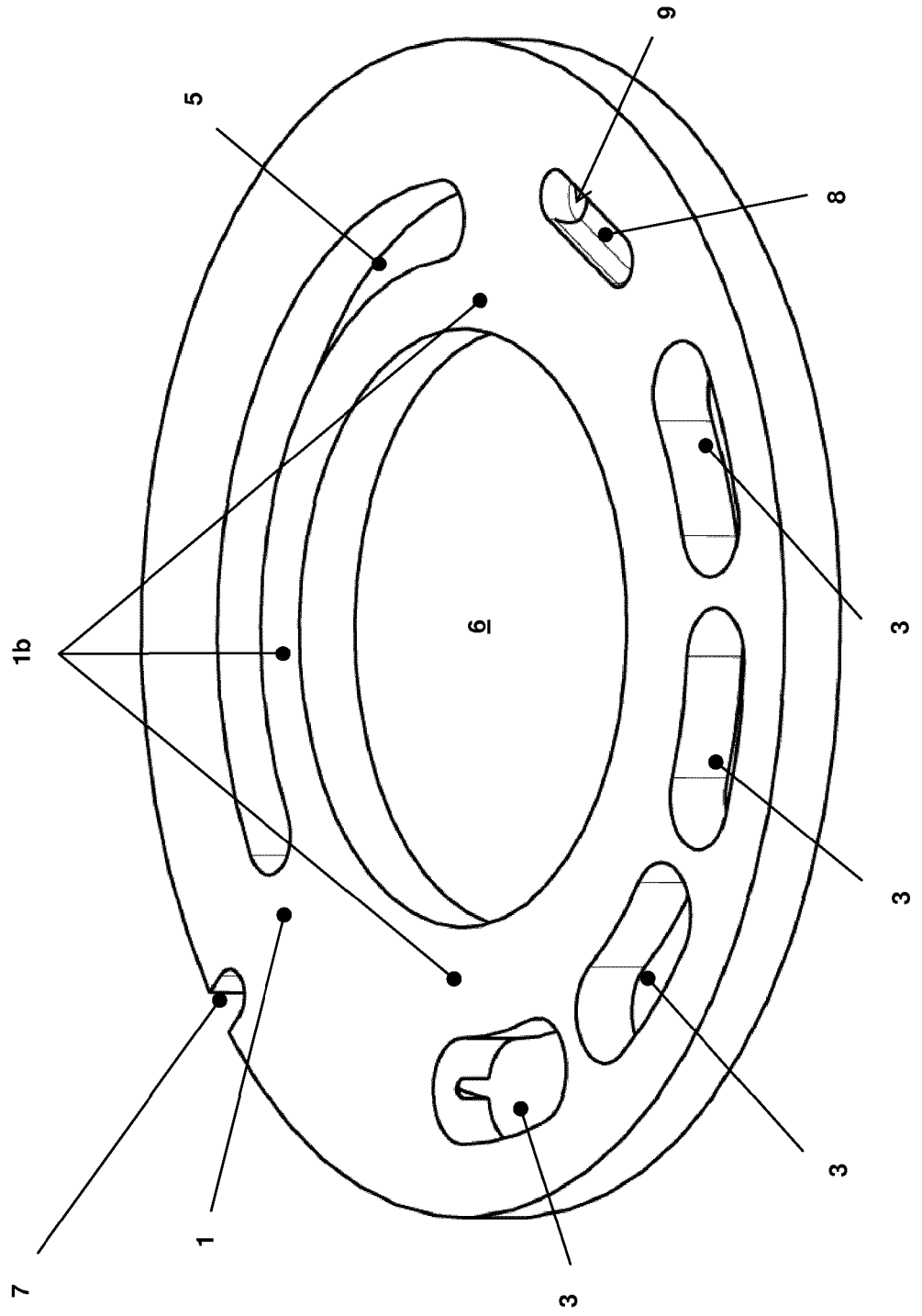


Fig. 2b

Fig. 4



SCALE 2:1

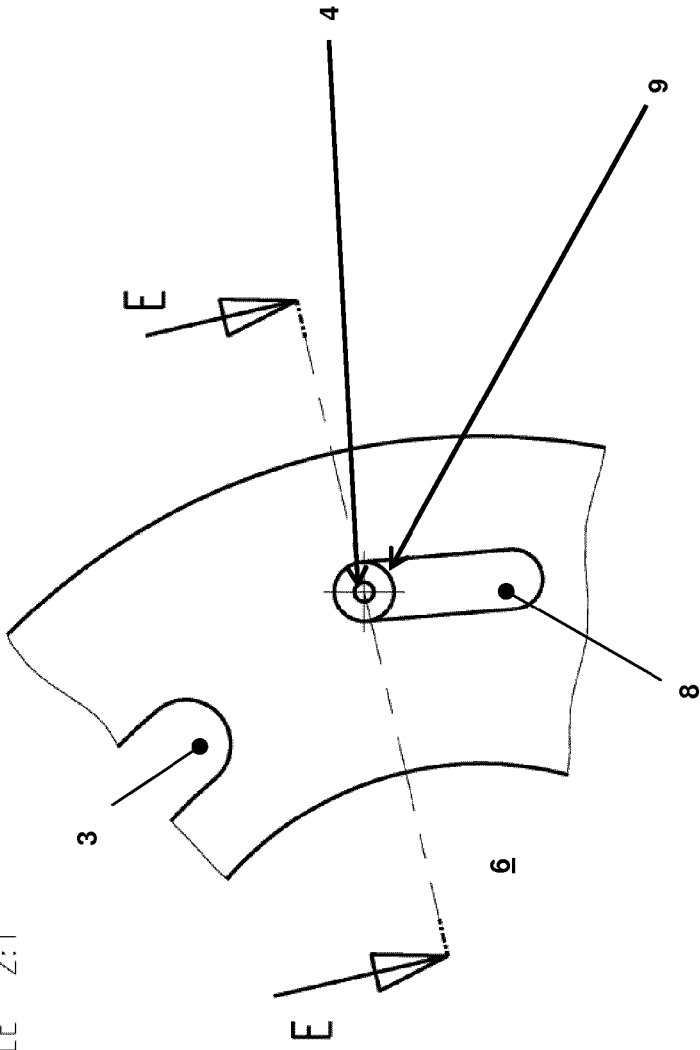


Fig. 5a

SECTION E-E
SCALE 2:1

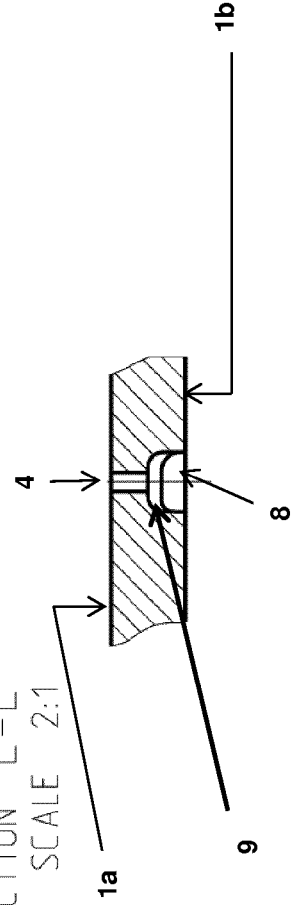
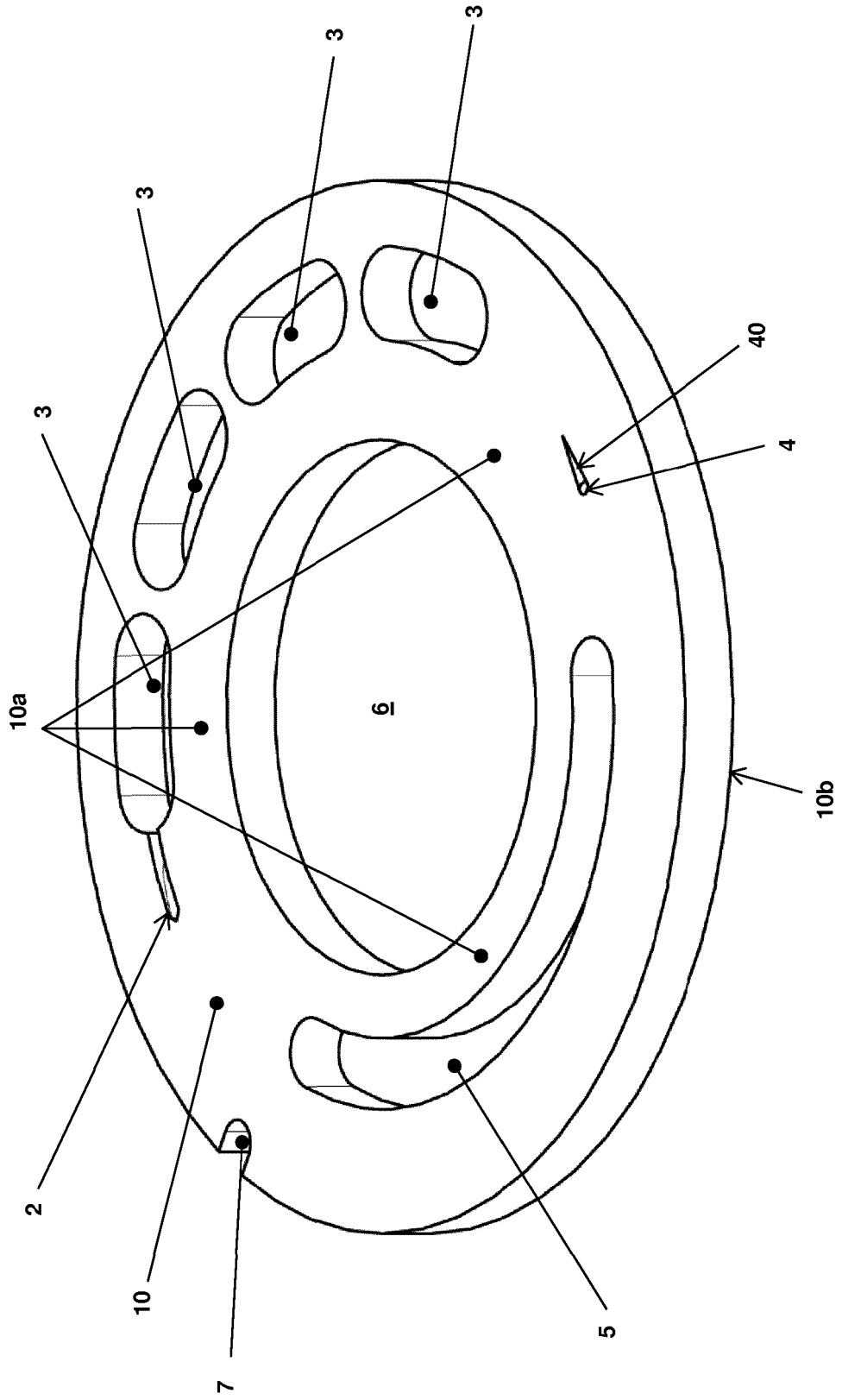


Fig. 5b

Fig. 6



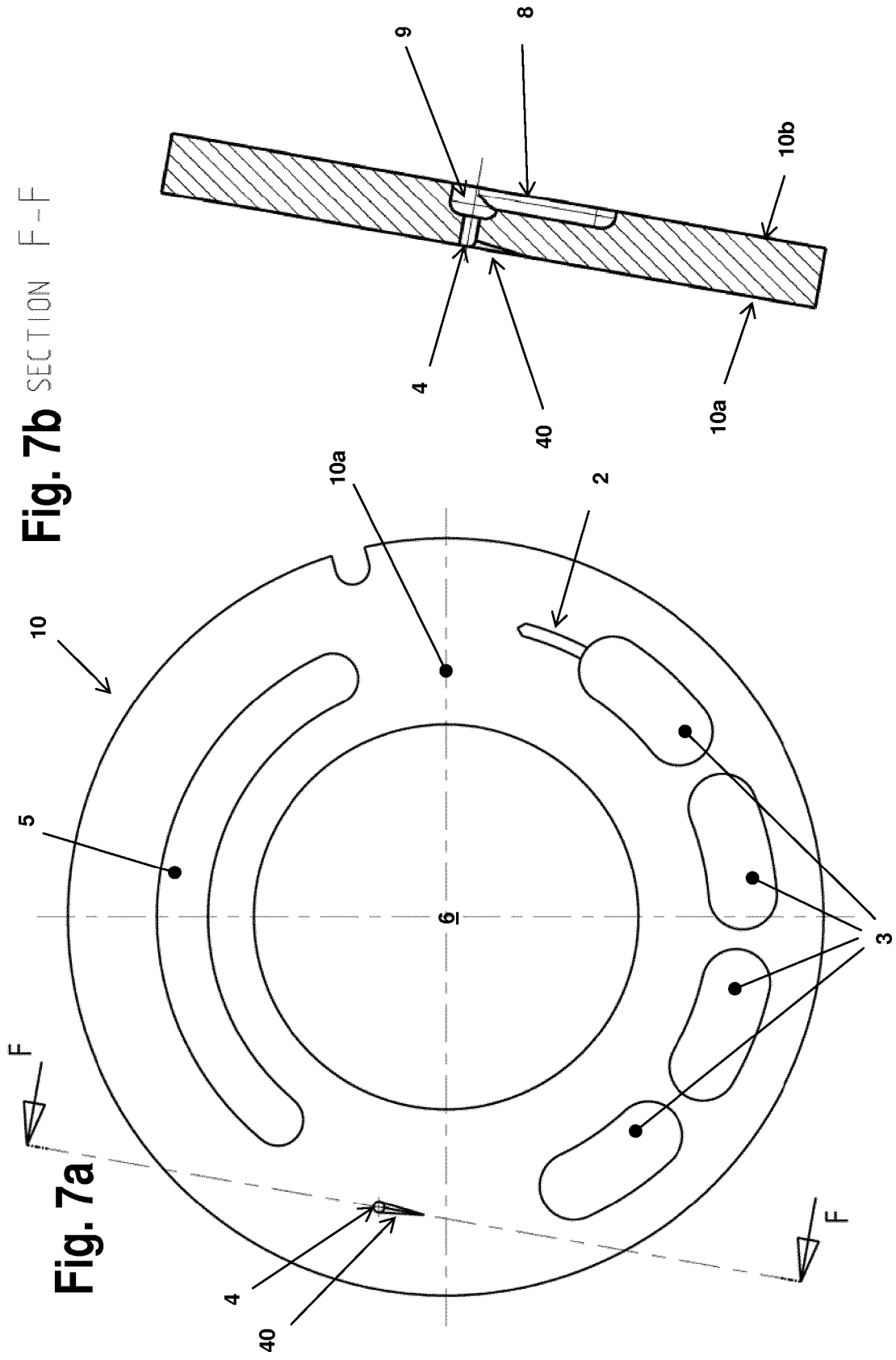
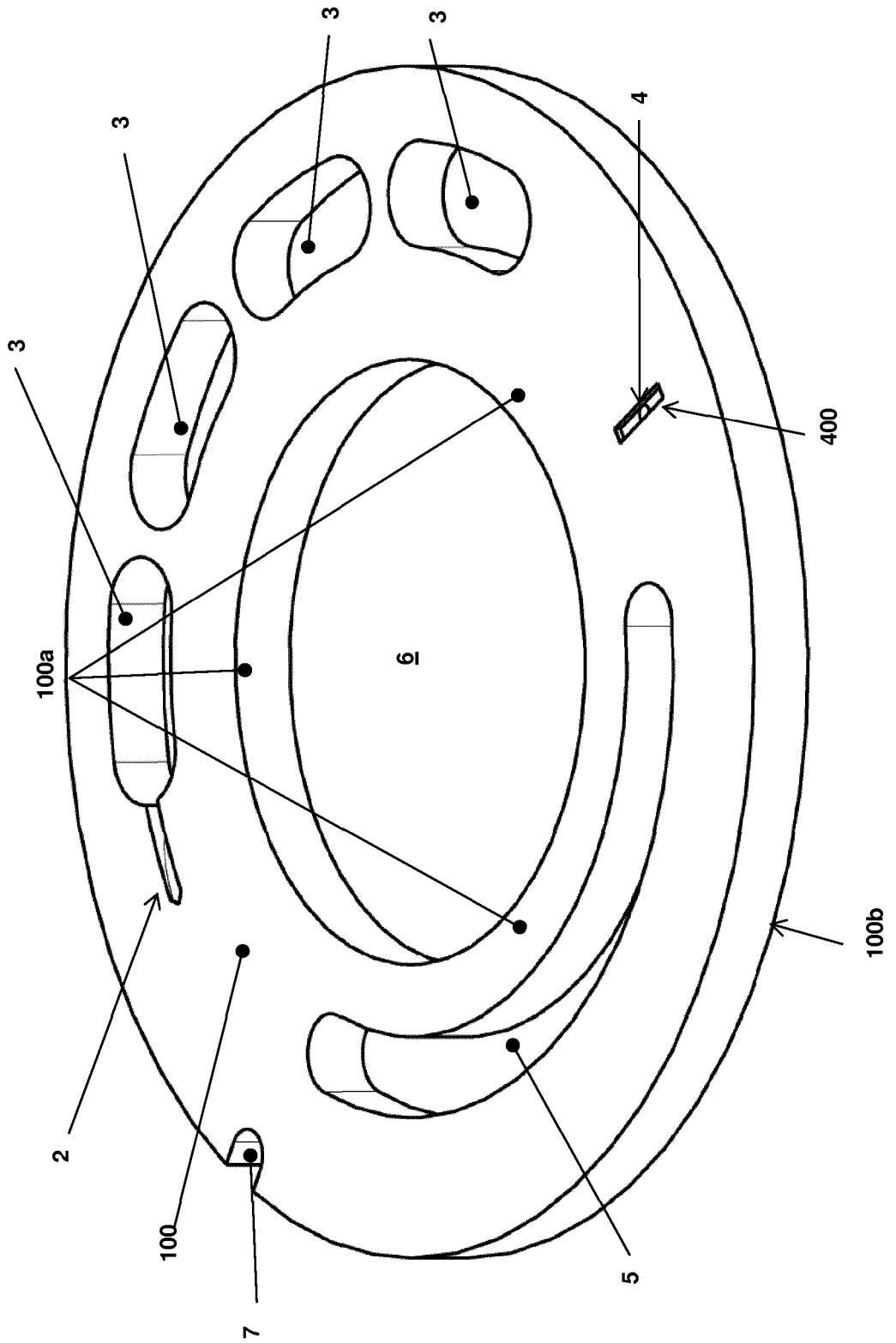


Fig. 7b SECTION F-F

Fig. 7a

Fig. 8



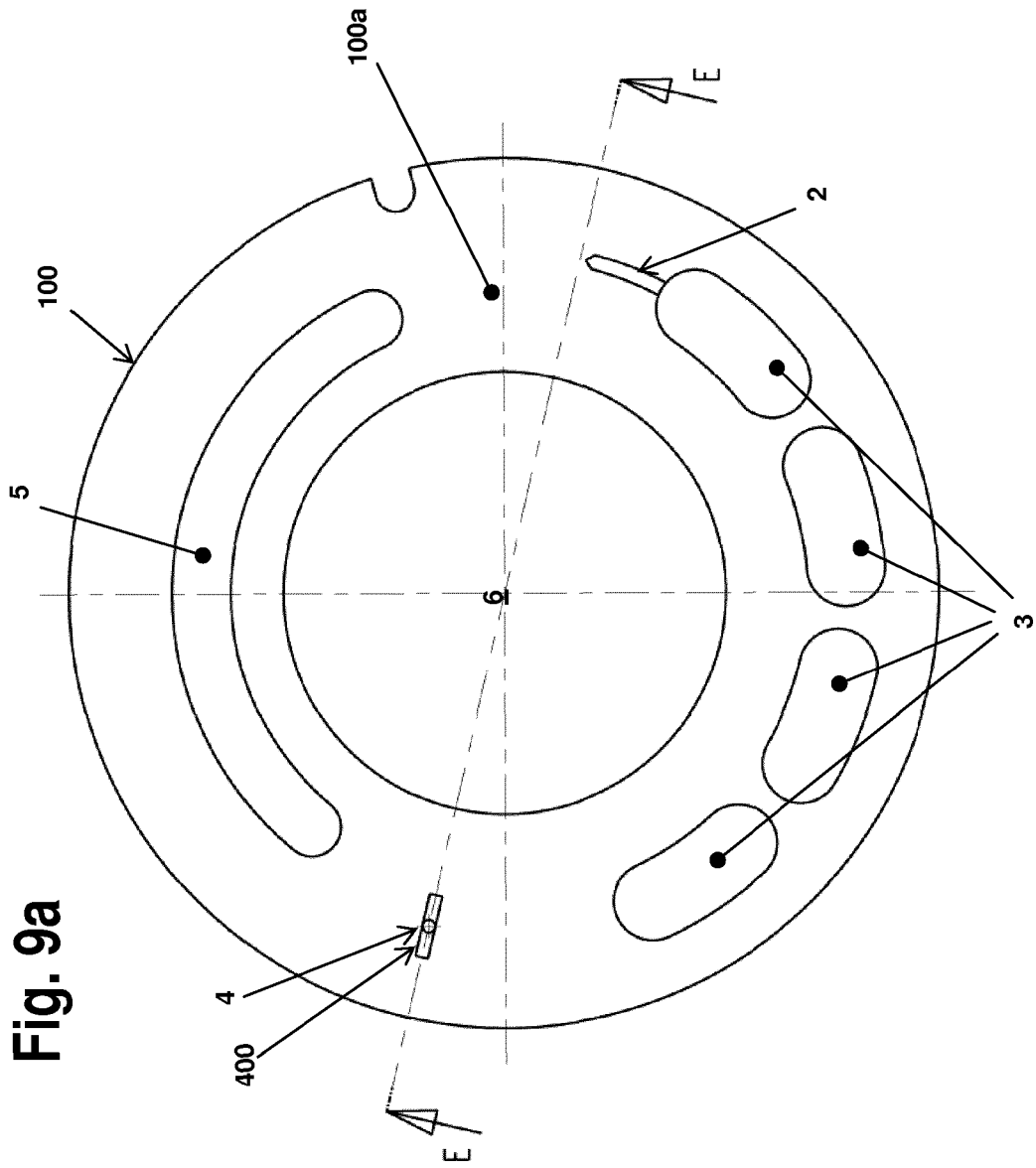
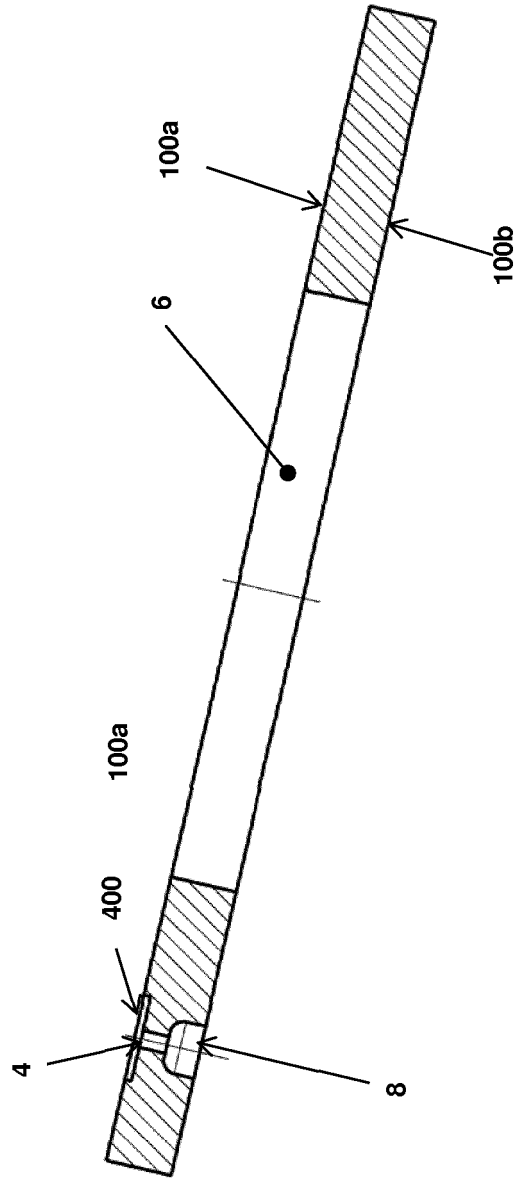


Fig. 9a

Fig. 9b

SECTION E-E



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10251552 B3 [0007]