

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Januar 2011 (06.01.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/000601 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 33/07 (2006.01) H01L 43/06 (2006.01)
H01L 43/04 (2006.01) H01L 43/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/055904

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2010 (30.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102009027338.7 30. Juni 2009 (30.06.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELLWIG, Wolf-
gang [DE/DE]; Grundstr 19, 72810 Gomaringen (DE).
TILS, Valentin [DE/DE]; Gomaringer Str. 17, 72147
Nehren (DE). EBERHARDT, Friedemann [DE/DE];
Maria-Rupp-Weg 3, 72762 Reutlingen (DE). RUEBEN-
ACKE, Stefan [DE/DE]; Sophie-Scholl-Str. 13, 72762
Reutlingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

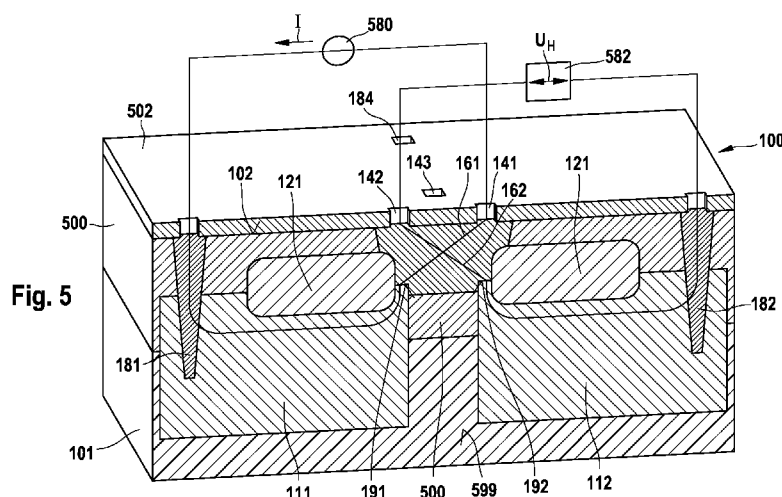
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HALL SENSOR ELEMENT AND METHOD FOR MEASURING A MAGNETIC FIELD

(54) Bezeichnung : HALL-SENSORELEMENT UND VERFAHREN ZUR MESSUNG EINES MAGNETFELDS



(57) Abstract: The present invention provides a Hall sensor element comprising a substrate, which has a main surface, comprising an electrically conductive active region, which extends from the main surface into the substrate and comprising an electrically conductive first buried layer in the substrate, said layer making contact with the active region at a first lower contact area. With regard to a further aspect, the invention provides a method for measuring a magnetic field by means of such a Hall sensor element, in which an electric measurement current is conducted between a first top contact electrode at the main surface and the first bottom contact area through the active region. At the active region, a Hall voltage is tapped off along a path which runs at an inclination with respect to a connecting line between the first bottom contact area and the first top contact electrode. Alternatively, a measurement current is conducted via such a path through the active region and a Hall voltage is tapped off between the first top contact electrode and the first bottom contact area.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/000601 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung schafft ein Hall-Sensorelement mit einem Substrat, das eine Hauptoberfläche aufweist, mit einem elektrisch leitfähigen aktiven Gebiet, das sich von der Hauptoberfläche in das Substrat erstreckt, und mit einer elektrisch leitfähigen ersten vergrabenen Schicht im Substrat, die das aktive Gebiet an einer ersten unteren Kontaktfläche kontaktiert. Unter einem weiteren Gesichtspunkt schafft die Erfindung ein Verfahren zur Messung eines Magnetfeldes mittels eines derartigen Hall-Sensorelements, bei dem ein elektrischer Messstrom zwischen einer ersten oberen Kontaktelektrode an der Hauptoberfläche und der ersten unteren Kontaktfläche durch das aktive Gebiet geleitet wird. Am aktiven Gebiet wird entlang einer Strecke, die geneigt zu einer Verbindungslinie zwischen der ersten unteren Kontaktfläche und der ersten oberen Kontaktelektrode verläuft, eine Hall-Spannung abgegriffen. Alternativ wird ein Messstrom über eine solche Strecke durch das aktive Gebiet geleitet und eine Hall-Spannung zwischen der ersten oberen Kontaktelektrode und der ersten unteren Kontaktfläche abgegriffen.

5 Beschreibung

Titel

Hall-Sensorelement und Verfahren zur Messung eines Magnetfelds

10 Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hall-Sensorelement, das ein Substrat mit einer Hauptoberfläche aufweist. Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur Messung, insbesondere mehrdimensionalen Messung, eines Magnetfeldes mittels eines derartigen Hall-

15 Sensorelements.

Auf dem Hall-Effekt beruhende Hall-Sensorelemente werden in weiten Bereichen der Technik sowohl zur Messung der magnetischer Flussdichte von Magnetfeldern als auch zur kontaktlosen Messung von Strömen sowie als berührungslose Signalgeber z.B. zur verschleiß-

20 freien Erfassung der Stellung von Wellen, Stellgliedern u. ä. verwendet. Ein Hall-Sensorelement ist im Allgemeinen aus einem Halbleitersubstratplättchen mit vier Kontaktanschlüssen zur elektrischen Verbindung mit einer externen Ansteuerschaltung aufgebaut. Von den vier Kontaktanschlüssen sind zwei Kontaktanschlüsse zur Einprägung eines Betriebsstroms durch einen aktiven Halbleiterbereich des Sensorelements vorgesehen, während die

25 anderen beiden Kontaktanschlüsse dazu dienen, die Hall-Spannung zu erfassen. Die Hall-Spannung ergibt sich senkrecht zur Richtung des magnetischen Flusses und des Stromflusses im aktiven Halbleitergebiet.

Die DE 10 2006 017 910 A1 offenbart ein sogenanntes horizontales Hall-Sensorelement, bei

30 dem Betriebsstrom und Hall-Spannung horizontal in der Ebene der Hauptoberfläche des Halbleitersubstrats verlaufen. Horizontale Hall-Sensorelemente sind relativ einfach mit herkömmlichen CMOS-Prozessen zur Herstellung von Halbleiterstrukturen herstellbar und sensieren senkrecht zur Substratebene gerichtete Flussdichtekomponenten von Magnetfeldern. Eine mehrdimensionale Messung von Magnetfeldern, wie sie z.B. bei Kompassanwendungen

35 benötigt wird, ist mit horizontalen Hall-Sensorelementen möglich, indem mehrere diskrete Halbleitersubstratplättchen, auf denen jeweils ein horizontales Hall-Sensorelement ausgebildet ist, senkrecht zu unterschiedlichen Raumrichtungen angeordnet werden, was jedoch mit hohen Herstellungskosten und Raumbedarf verbunden ist.

- Ebenfalls in der DE 10 2006 017 910 A1 offenbart ist ein vertikales Hall-Sensorelement, bei dem Betriebsstrom und Hall-Spannung in einer zur Substratoberfläche vertikalen Ebene verlaufen, sodass parallel zur Substratebene gerichtete Flussdichtekomponenten von Magnetfeldern sensiert werden. Das vertikale Hall-Sensorelement umfasst eine Mehrzahl von Kontaktbereichen an der Hauptoberfläche eines sich in das Substrat erstreckenden Halbleiterbereichs. Dabei sind zwischen benachbarten Kontaktbereichen nichtleitende Barrierenbereiche angeordnet, die sich ausgehend von der Hauptoberfläche in den Halbleiterbereich erstrecken, um einen zwischen zwei Kontaktbereichen in dem Halbleiterbereich eingespeisten Betriebsstrom entfernt von der Hauptoberfläche zu halten. Hierbei stellt sich jedoch das Problem, dass die Leitfähigkeit für die Ladungsträger in tieferen Bereichen des aktiven Halbleiterbereichs deutlich geringer ist als an der Oberfläche des Halbleitermaterials, vorzugsweise Silizium, sodass ein derartiges vertikale Hall-Sensorelement nur geringe Effizienz aufweist.
- 15 Eine Struktur mit mehreren horizontalen Hall-Sensorelementen auf einem einzigen Halbleitersubstratplättchen und einer zusätzlichen strukturierten ferromagnetischen Schicht, die zur Oberfläche des Halbleitersubstratplättchens parallele Magnetfeldkomponenten in lokal senkrechte Felder umlenkt, wird von C. Schott et al. vorgeschlagen, erfordert jedoch einen hohen Fertigungsaufwand, da die Struktur mit herkömmlichen Prozessen zur Herstellung von Halbleiterstrukturen nicht herstellbar ist (C. Schott et al., CMOS Single-Chip Electronic Compass with Microcontroller, in: H. Casier et al. [Hrsg.], Analog Circuit Design: Sensors, Actuators and Power Drivers; Integrated Power Amplifiers from Wireline to RF; Very High Frequency Front Ends, S. 55–69, Springer Science + Business Media B. V., 2008).
- 25 Es ist daher wünschenswert, eine effiziente Messung von horizontal zur Ebene eines Halbleitersubstratplättchens verlaufenden Magnetfeldkomponenten mittels einer kostengünstig auf dem Halbleitersubstratplättchen herstellbaren Struktur zu ermöglichen.

Offenbarung der Erfindung

- 30 Demgemäß vorgesehen ist ein Hall-Sensorelement mit einem Substrat, das eine Hauptoberfläche aufweist. Ein elektrisch leitfähiges aktives Gebiet erstreckt sich von der Hauptoberfläche in das Substrat. Das Hall-Sensorelement weist eine elektrisch leitfähige erste vergrabene Schicht im Substrat auf, die das aktive Gebiet an einer ersten unteren Kontaktfläche kontaktiert. Hierbei impliziert der Ausdruck "im Substrat vergraben", dass die Schicht eine vom Substrat unterschiedliche Beschaffenheit aufweist und von der Hauptoberfläche beabstandet angeordnet ist. Mit anderen Worten befindet sich zwischen der ersten vergrabenen Schicht und der Hauptoberfläche ein die Schicht bedeckender Substratbereich. Unter der vergrabe-

nen Schicht kann sich z.B. das Substrat in einem weiteren Substratbereich fortsetzen, der gleich oder abweichend von dem die Schicht bedeckenden Substratbereich ausgebildet sein kann, oder die erste vergrabene Schicht ist z.B. von einer der Hauptoberfläche gegenüberliegenden Rückoberfläche her zugänglich.

5

Die Kontaktierung des aktiven Gebiets von der Seite der vergrabenen Schicht her ermöglicht, zumindest einen der Kontaktanschlüsse des Hall-Sensorelements, mit denen der Betriebsstrom eingepreßt und die Hall-Spannung abgegriffen werden, am Ort der unteren Kontaktfläche vorzusehen, d.h. aufgrund der im Substrat vergrabenen Lage der vergrabenen

10

Schicht an einem von der Hauptoberfläche beabstandeten Ort. Je nachdem, ob die erste untere Kontaktfläche zur Einprägung des Betriebsstroms oder/und zum Abgriff der Hall-Spannung beschaltet wird, wird auf diese Weise ermöglicht, dass die Flussrichtung des Betriebsstroms bzw. die Abgriffsrichtung der Hall-Spannung mit einer Richtungskomponente vertikal zur Hauptoberfläche verläuft, zwischen der ersten unteren Kontaktfläche und einem

15

weiteren Kontaktanschluss, der sich z.B. an der leicht zugänglichen Hauptoberfläche des Halbleiterbereichs befinden kann. Die vertikale Richtungskomponente der Flussrichtung des Betriebsstroms oder/und der Abgriffsrichtung der Hall-Spannung hat zur Folge, dass die von beiden aufgespannte Messebene geneigt oder rechtwinklig zur Hauptoberfläche des Substrats verläuft und das Hall-Sensorelement für zur Hauptoberfläche parallele Magnetfelder empfindlich ist. Das erfindungsgemäße Hall-Sensorelement ermöglicht damit eine von der Lage der Hauptoberfläche unabhängige Ausrichtung von Messebenen, sodass bei geeigneter Festlegung zweier oder dreier Messebenen mit linear unabhängigen Normalenvektoren die Verwendung zur zwei- bzw. dreidimensionalen Messung von Magnetfeldern ermöglicht ist.

25

Das erfinderische Hall-Sensorelement ermöglicht aufgrund der von der Hauptoberfläche beabstandeten Lage der unteren Kontaktfläche, von der unteren Kontaktfläche aus der Betriebsstrom wesentlich geradlinig einzuprägen und/oder die Hall-Spannung in gerader Linie abzugreifen und arbeitet daher hocheffizient. Insbesondere ist nicht erforderlich, die Flussrichtung des Betriebsstroms im aktiven Bereich, die Abgriffsrichtung der Hall-Spannung oder die Richtung der Feldlinien in einen die Effizienz beeinträchtigenden gekrümmten Verlauf zu zwingen.

30

Das erfinderische Hall-Sensorelement ist vollständig mit herkömmlichen Prozessen zur Herstellung von Halbleiterstrukturen herstellbar, z.B. mittels sogenannter Smart-Power-Technologien. Es ist daher äußerst kostengünstig und lässt sich insbesondere vorteilhaft mit weiteren Hall-Sensorelementen und/oder anderen Leistungs-, Analog- und Digitalfunktionen

35

auf einem Chip integrieren. Über herkömmliche Prozesse hinausgehende, die Herstellung verteuern Schritte wie z.B. die Ausbildung ferromagnetischer Schichten sind unnötig.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist das Substrat ein Halbleitersubstrat, und das aktive Gebiet ist ein Halbleitergebiet eines ersten Leitfähigkeitstyps. Hierdurch wird eine hohe Hall-Spannung generiert, und das Hall-Sensorelement lässt sich effizient in bestehende mikroelektronische Herstellungsverfahren einbinden und mit weiteren Halbleiterfunktionen auf dem Halbleitersubstrat integrieren.

10 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist das Hall-Sensorelement eine erste obere Kontaktelektrode auf, die das aktive Gebiet an der Hauptoberfläche kontaktiert. An der Hauptoberfläche ist die Kontaktelektrode besonders einfach herzustellen und benötigt wenig Substratfläche.

15 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die erste obere Kontaktelektrode wesentlich senkrecht über der ersten unteren Kontaktfläche angeordnet. So wird eine besonders geringe Fläche in der Ebene der Hauptoberfläche benötigt und gleichzeitig eine hohe Empfindlichkeit für parallel zur Hauptoberfläche verlaufende Magnetfelder erreicht. Gemäß einer alternativen bevorzugten Weiterbildung ist die erste obere Kontaktelektrode diagonal zur ersten unteren Kontaktfläche versetzt angeordnet. Dies ermöglicht eine höhere Empfindlichkeit für schräg zur Hauptoberfläche einfallende Magnetfelder.

25 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist das Hall-Sensorelement eine zweite und eine dritte obere Kontaktelektrode auf, die jeweils das aktive Gebiet an der Hauptoberfläche kontaktieren, sodass insgesamt vier Kontaktanschlüsse für den Betrieb des Hall-Sensorelements ausgebildet sind. An der Hauptoberfläche sind die Kontaktelektroden besonders einfach zugänglich, sodass das Hall-Sensorelement auf einfache Weise beschaltet werden kann.

30 Gemäß einer alternativen bevorzugten Weiterbildung weist das Hall-Sensorelement eine zweite elektrisch leitfähige vergrabene Schicht, die das aktive Gebiet an einer zweiten unteren Kontaktfläche kontaktiert, und eine zweite obere Kontaktelektrode auf, die das aktive Gebiet an der Hauptoberfläche kontaktiert. Die unteren Kontaktflächen und oberen Kontaktelektroden sind dabei derart angeordnet, dass eine erste Verbindungslinie zwischen der ersten unteren Kontaktfläche und der ersten oberen Kontaktelektrode geneigt zu einer zweiten Verbindungslinie zwischen der zweiten unteren Kontaktfläche und der zweiten oberen Kontaktelektrode verläuft. Der Begriff "Verbindungslinie" ist hier im Sinne eines geometrischen Pfades durch das aktive Gebiet gemeint, entlang dessen elektrischer Strom durch das aktive

Gebiet fließen kann oder eine Spannung abgegriffen werden kann. Die Neigung der Verbindungslinien zueinander ermöglicht, zur Einprägung des Betriebsstroms und zum Abgriff der Hall-Spannung auf symmetrische Weise jeweils eine der unteren Kontaktflächen und die obere Kontaktelektrode gleicher Nummerierung zu verwenden. Die Beschaltung kann aufgrund der Symmetrie ohne weiteres im Rahmen eines sogenannten spinning-current-Verfahrens periodisch umgekehrt werden, um die Messgenauigkeit zu erhöhen.

Vorzugsweise weist das Hall-Sensorelement eine dritte und vierte elektrisch leitfähige vergrabene Schicht auf, die das aktive Gebiet an einer jeweils zugehörigen dritten und vierten unteren Kontaktfläche kontaktieren, sowie ferner eine dritte und vierte obere Kontaktelektrode, die das aktive Gebiet an der Hauptoberfläche kontaktieren. Die unteren Kontaktflächen und oberen Kontaktelektroden sind dabei derart angeordnet, dass eine von der ersten und zweiten Verbindungslinie aufgespannte erste Ebene geneigt zu einer zweiten Ebene verläuft, die von einer dritten und einer vierten Verbindungslinie aufgespannt wird. Die dritte Verbindungslinie verbindet die dritte untere Kontaktfläche mit der dritten oberen Kontaktelektrode, während die vierte Verbindungslinie die vierte untere Kontaktfläche mit der vierten oberen Kontaktfläche verbindet. Dies ermöglicht mit dem Hall-Sensorelement je nach Beschaltung, die bei Bedarf z.B. periodisch änderbar ist, sowohl Magnetfeldkomponenten zu messen, die senkrecht auf der ersten Ebene stehen, als auch solche Magnetfeldkomponenten, die senkrecht auf der zweiten Ebene stehen. Dies ist insbesondere auch dann möglich, wenn die zweite und dritte vergrabene Schicht, die zweite und dritte untere Kontaktfläche, die zweite und dritte obere Kontaktelektrode und folglich auch die zweite und dritte Verbindungslinie jeweils miteinander identisch ausgebildet sind. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit innerhalb der einzelnen Ebenen können ferner spinning-current-Verfahren angewendet werden.

Unter einem weiteren Gesichtspunkt schafft die Erfindung ein Verfahren zur Messung eines Magnetfeldes mittels eines derartigen Hall-Sensorelements, bei dem ein elektrischer Messstrom zwischen einer ersten oberen Kontaktelektrode an der Hauptoberfläche und der ersten unteren Kontaktfläche durch das aktive Gebiet geleitet wird. Hierbei ist unter der Bezeichnung "an der Hauptoberfläche" ein Ort nahe der Hauptoberfläche zu verstehen, verglichen mit dem Abstand der ersten unteren Kontaktfläche zur Hauptoberfläche. Am aktiven Gebiet wird entlang einer Strecke, die geneigt zu einer Verbindungslinie zwischen der ersten unteren Kontaktfläche und der ersten oberen Kontaktelektrode verläuft, eine Hall-Spannung abgegriffen. Beispielsweise kann die Strecke in dem Bereich, wo sie die Verbindungslinie kreuzt, rechtwinklig oder in einem schrägen Winkel zu dieser verlaufen. Gemäß einem alternativen erfindungsgemäßen Messverfahren wird ein Messstrom über eine solche Strecke durch das aktive Gebiet geleitet und eine Hall-Spannung zwischen der ersten oberen Kontaktelektrode und der ersten unteren Kontaktfläche abgegriffen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und beigefügter Figuren erläutert. In den Figuren zeigen:

5

Fig. 1A eine Draufsicht auf ein Hall-Sensorelement gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

10

Fig. 1B–C Querschnittansichten des Hall-Sensorelements aus Fig. 1A entlang zweier orthogonaler Schnittebenen;

Fig. 2A–C eine Draufsicht und zugehörige Querschnittansichten eines Hall-Sensorelements gemäß einer weiteren Ausführungsform;

15

Fig. 3A–C eine Draufsicht und zugehörige Querschnittansichten eines Hall-Sensorelements gemäß einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 4A–C eine schematische Draufsicht und zugehörige Querschnittansichten eines Hall-Sensorelements gemäß einer weiteren Ausführungsform;

20

Fig. 5 eine aufgeschnittene Perspektivansicht eines Hall-Sensorelements gemäß einer weiteren Ausführungsform mit einer Beschaltung für ein Messverfahren gemäß einer Ausführungsform;

25

Fig. 6 ein perspektivisches Prinzipschema eines Messverfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform; und

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm eines Messverfahrens gemäß einer Ausführungsform.

30

In den Figuren bezeichnen dieselben Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

35

Figur 1A zeigt eine Draufsicht auf ein Hall-Sensorelement 100, das in ein Halbleitersubstrat 101 wie z.B. Silizium eingebettet ist. Die Blickrichtung des Betrachters fällt senkrecht auf eine Hauptoberfläche 102 des Substrats 101, die z.B. einen Teilausschnitt der Oberfläche eines Mikrochips bilden kann. Im Rahmen der Fertigung eines solchen Mikrochips können auf der Hauptoberfläche 102 noch weitere Materialschichten zur Abdeckung, Packung u.ä. aufgebracht sein, die hier jedoch nicht gezeigt sind. Zwei strichpunktierte Linien I–I' und II–II'

markieren senkrecht zueinander und zur Hauptoberfläche 102 des Substrats 101 verlaufende Schnittebenen, zu denen entsprechende Schnittansichten in Fig. 1B bzw. Fig. 1C gezeigt sind. Gestrichelte Linien in Fig. 1A markieren Konturen von unterhalb der Hauptoberfläche 102 verborgenen Elementen 111, 121, wogegen in den Schnittansichten von Fig. 1B–C darauf verzichtet wurde, hinter der jeweiligen Schnittebene verborgene Elemente zu zeigen.

Das gezeigte Hall-Sensorelement 100 umfasst einen elektrisch leitfähigen, aktiven Halbleiterbereich 131 zur Registrierung des Hall-Effekts. Der aktive Bereich 131 erstreckt sich von der Hauptoberfläche 102 in das Substrat 101 hinein und ist mit einem ersten Leitfähigkeitstyp, p oder n, dotiert. In der Ebene der Hauptoberfläche 102 weist der aktive Bereich 131 eine in der Richtung I–I' langgestreckte Form auf. Das Substrat 101 ist schwach mit dem gegenteiligen Leitfähigkeitstyp dotiert und verfügt über eine wesentlich geringere Leitfähigkeit als der aktive Bereich 131.

In einer Ebene unterhalb der unteren Grenzfläche des aktiven Bereichs 131 weist das Hall-Sensorelement eine elektrisch leitfähige vergrabene Schicht 111 des ersten Leitfähigkeitstyps auf, d.h. mit einer Dotierung gleichen Typs wie der aktive Bereich 131. Eine derartige vergrabene Schicht kann mit herkömmlichen Halbleiterfertigungsverfahren wie z.B. Smart-Power-Prozessen ohne weiteres hergestellt werden. Die vergrabene Schicht 111 kontaktiert den aktiven Bereich elektrisch an einer unteren Kontaktfläche 191, die sich großflächig über einen zentralen Abschnitt der unteren Begrenzung des aktiven Bereichs 131 erstreckt. Eine elektrisch isolierende, rahmenförmige Trennstruktur 121 unmittelbar oberhalb der oberen Grenzfläche der vergrabenen Schicht 111 bildet eine definierte laterale Begrenzung der unteren Kontaktfläche 191. In alternativen Ausführungsformen kann die Trennstruktur 121 ganz oder teilweise entfallen. Die vergrabene Schicht 111 erstreckt sich durch das Substrat 101 bis zu einem entfernt des aktiven Bereichs 131 liegenden Ort, wo ein leitender Kontaktstöpsel 181 eine elektrische Verbindung der vergrabenen Schicht 111 bis zu einer freiliegenden Anschlussstelle an der Hauptoberfläche 102 des Substrats bereitstellt.

Es wird betont, dass der Abstand des Kontaktstöpsels 181 vom aktiven Bereich je nach Anwendung unterschiedlich lang ausgebildet sein kann und auch die gezeigte Kontaktstöpselstruktur 181 selbst rein beispielhaft als ein mögliches Mittel dargestellt ist, die vergrabene Schicht 111 mit einem elektrischen Anschluss zu versehen. In alternativen Ausführungsformen kann z.B. die vergrabene Schicht zu einer der Hauptoberfläche 102 gegenüberliegenden Rückoberfläche hin ganz oder teilweise freiliegen, sodass sie von der Rückoberfläche her direkt kontaktierbar ist, oder mit an der Rückoberfläche ausgebildeten Strukturen elektrisch verbunden sein. Beispielsweise kann in einer alternativen Ausführungsform die vergrabene Schicht von einem rückwärtigen Kontaktstöpsel kontaktiert sein, der sich von der ver-

grabenen Schicht 111 bis zu einer Kontaktfläche oder leitenden Struktur an der Rückoberfläche erstreckt.

Im Zentrum der an der Hauptoberfläche 102 senkrecht über der unteren Kontaktfläche 191
5 liegenden oberen Begrenzungsfläche des aktiven Bereichs 131 ist eine ebenfalls in der Richtung I-I' langgestreckt geformte erste obere Kontaktelektrode 141 als ein Bereich erhöhter Dotierung mit dem ersten Leitfähigkeitstyp ausgebildet. Zu beiden Seiten der ersten oberen Kontaktelektrode 141 erstreckt sich der aktive Bereich 131 in der Richtung I-I' über die
10 Trennstruktur 121 hinaus, wo er von einer zweiten 142 und dritten 143 oberen Kontaktelektrode an der Hauptoberfläche 102 kontaktiert wird. Die exakte Lage der optionalen Trennstruktur 121, die in der vorliegenden Ausführungsform eine geradlinige elektrische Verbindung zwischen der zweiten 142 und dritten 143 oberen Kontaktelektrode einerseits und der unteren Kontaktfläche 191 andererseits verhindert, kann entsprechend den Entwurfsregeln des zur Herstellung des Hall-Sensorelements 100 verwendeten Halbleiterproduktionsverfahrens von der vorliegenden Ausführungsform abweichend gewählt sein. Die zweite 142 und dritte 143 obere Kontaktelektrode sind ebenfalls als Bereiche erhöhter Dotierung mit dem ersten Leitfähigkeitstyp ausgebildet, wobei sie jeweils von einem Flächenkontaktbereich 172, 173 mit erhöhter Dotierung mit dem ersten Leitfähigkeitstyp umgeben sind, der in der Richtung II-II' eine gleiche Breite wie die untere Kontaktfläche 191 aufweist. Die Flächenkontaktbereiche 172, 173 sind von der über der unteren Kontaktfläche 191 freiliegenden oberen
20 Begrenzungsfläche des aktiven Bereichs 131 jeweils durch eine oberhalb der Trennstruktur 121 liegende isolierende Barriere 122 so abgetrennt, dass eine elektrische Verbindung von der zweiten 142 und dritten 143 oberen Kontaktelektrode in den über der unteren Kontaktfläche 191 liegenden Abschnitt des aktiven Bereichs nur zwischen der Trennstruktur 121 und
25 der darüberliegenden Barriere 122 besteht.

Im Betrieb des Hall-Sensorelements 100 wird eine Betriebsstromquelle z.B. an den Kontaktstößel 181 und die erste obere Kontaktelektrode 141 angeschlossen, sodass ein Betriebsstrom entlang der senkrecht zur Hauptoberfläche 102 durch den aktiven Bereich 131 verlaufenden ersten Verbindungslinie 161 zwischen der unteren Kontaktfläche 191 und der ersten oberen Kontaktelektrode eingeprägt wird. Bei Anliegen eines Magnetfelds parallel zur Hauptoberfläche 102 in der Richtung II-II' entsteht eine Hall-Spannung entlang einer zweiten Verbindungslinie 104 zwischen den zu den zweiten 142 und dritten 143 oberen Kontaktelektroden gehörigen Flächenkontaktbereichen 172, 173. Bei geeigneter Dimensionierung der
35 Flächenkontaktbereiche 172, 173 kann das Hall-Sensorelement 100 auch umgekehrt betrieben werden, indem ein Betriebsstrom über die zweite 142 und dritte 143 obere Kontaktelektrode eingeprägt und eine Hall-Spannung am Kontaktstößel 181 und der ersten oberen Kontaktelektrode 141 abgegriffen wird. Zwischen beiden Betriebsarten kann zur Erhöhung der

Genauigkeit im Rahmen eines spinning-current-Verfahrens periodisch umgeschaltet werden. Durch zwei dieser Hall-Sensorelemente 100, die z.B. auf einem gemeinsamen Substrat im Winkel zueinander angeordnet sind, lassen sich Magnetfelder in beliebigen parallel zur Hauptoberfläche verlaufenden Richtungen vermessen.

5

In jeweils von drei zusammengehörigen Figuren gebildeten Figurengruppen Fig. 2A–C, Fig. 3A–C und Fig. 4A–C sind weitere Beispiele für Hall-Sensorelemente 100 nach den gleichen Darstellungsprinzipien wie für Fig. 1A–C erläutert gezeigt. Zum Zusammenhang von Draufsichten und Schnittansichten sowie zur Bedeutung der strichpunktierten und gestrichelten Linien wird auf die analog gültigen Ausführungen zu Fig. 1A–C verwiesen.

10

Die Figuren 2A–C zeigt ein Hall-Sensorelement 100, bei dem sich wie beim Hall-Sensorelement 100 aus Fig. 1A–C die vergrabene Schicht 111 vom Kontaktstöpsel 181 aus unter der hier ebenfalls optionalen Trennstruktur 121 entlang bis an die untere Begrenzungsfläche des aktiven Bereichs 131 erstreckt, jedoch abweichend kurz hinter der Trennstruktur 121 endet, sodass die untere Kontaktfläche 191 der vergrabenen Schicht 111 zum aktiven Bereich 131 nur entlang des in Richtung des Kontaktstöpsels liegenden Randbereichs der unteren Begrenzungsfläche des aktiven Bereichs 131 gebildet ist. Weiterhin abweichend ist die erste obere Kontaktelektrode 141 am der unteren Kontaktfläche 191 diagonal gegenüberliegenden Rand des aktiven Bereichs 131 an der Hauptoberfläche 102 angeordnet, sodass die erste Verbindungslinie 161 zwischen der unteren Kontaktfläche 161 und der ersten oberen Kontaktelektrode 141 diagonal um vorzugsweise etwa 45° gegenüber der Hauptoberfläche 102 geneigt verläuft. Durch Nutzung der Diagonale weist das gezeigte Hall-Sensorelement 100 eine höhere Empfindlichkeit für schräg zur Hauptoberfläche 102 einfallende Magnetfelder auf. Aufbau und Betrieb entsprechen ansonsten dem Hall-Sensorelement 100 aus Fig. 1A–C.

15

20

25

Bei dem in Fig. 3A–C gezeigten Hall-Sensorelement 100 ausgehend vom Aufbau des in Fig. 2A–C gezeigten Hall-Sensorelements ist die dort vorhandene dritte obere Kontaktelektrode ersetzt durch eine zweite vergrabene Schicht 112 mit zugehörigem zweiten Kontaktstöpsel 182 und einer zweiten unteren Kontaktfläche 192 am aktiven Bereich 131. Wie die erste Verbindungslinie 161 verläuft auch die zweite Verbindungslinie 162 diagonal um vorzugsweise 45° zur Hauptoberfläche 102 geneigt durch den aktiven Bereich 131. Aufgrund ihrer Symmetrie ist dieses Hall-Sensorelement 100 ohne weitere Maßnahmen fähig zum spinning-current-Betrieb.

30

35

Bei dem in Fig. 4A–C gezeigten Hall-Sensorelement 100 wurden zwei Hall-Sensorstrukturen wie in Fig. 3A–C derart miteinander verschränkt, dass vier vergrabene Schichten 111–114,

die über vier zugehörige Kontaktstüpsel 181–184 elektrisch anschließbar sind, den aktiven Bereich 131 von vier Seiten an entsprechenden ersten bis vierten unteren Kontaktflächen 191–194 kontaktieren, wobei zugehörige erste bis vierte obere Kontaktelektroden 141–144 mit zugehörigen Flächenkontaktbereichen 171–174 jeweils an den unteren Kontaktflächen 191–194 diagonal gegenüberliegenden Rändern ausgebildet sind. Damit erhält man zwei jeweils für sich zum spinning-current-Betrieb fähige Hall-Sensorstrukturen, die für Magnetfelder in unterschiedlichen Richtungen empfindlich sind und gemeinsam einen zweidimensionalen Messraum aufspannen. Außerdem lassen sich die vier oberen Kontaktelektroden 141–144 wie ein horizontales Hall-Sensorelement beschalten, sodass auch Magnetfelder senkrecht zur Hauptoberfläche 102 sensiert werden können. wobei ebenfalls spinning-current-Betrieb möglich ist. Damit sind Magnetfelder mit beliebiger Lage im Raum mit nur einem Hall-Sensorelement 100 sensierbar.

Figur 5 zeigt eine aufgeschnittene Perspektivansicht eines Hall-Sensorelements 100, bei dem deutlich wird, wie die im Substrat 102, 500 vergrabenen Schichten 111, 112 durch einen nach Ausbildung der vergrabenen Schichten 111, 112 aufgefüllten Substratbereich 500 und eine zusätzliche Deckschicht 502 abgedeckt sind. Weiterhin ist veranschaulicht, wie ein Hall-Sensorelement 100, das nach dem gleichen Prinzip wie das in Fig. 4A–C gezeigte Hall-Sensorelement aufgebaut ist, zur Messung von zur Schnittebene 599 senkrecht und damit zur Hauptoberfläche 102 parallel verlaufenden Magnetfeldern mit einer Betriebsstromquelle 580 zur Einprägung des Betriebsstroms I und einem Spannungsmesser 582 zur Messung der Hall-Spannung U_H beschaltet werden kann.

Figur 6 zeigt ein perspektivisches Prinzipschema eines Messverfahrens an einem Hall-Sensorelement mit einer geometrischen Struktur wie das in Fig. 4A–C gezeigte Hall-Sensorelement. Bei der gezeigten momentanen Beschaltung wird ein Betriebsstrom entlang einer diagonal zwischen einer unteren Kontaktfläche 193 und einer gegenüberliegenden oberen Kontaktelektrode 143 verlaufenden Verbindungslinie 163 eingepreßt, während die Hall-Spannung entlang einer Strecke entlang einer weiteren Verbindungslinie 164 abgegriffen wird, wobei beide Verbindungslinien durch eine Rotation um 90° um die vertikale Symmetrieachse des aktiven Bereichs 131 auseinander hervorgehen. Auf diese Weise werden momentan zu der von den Verbindungslinien 163, 164 aufgespannten momentanen Messebene 699 senkrecht verlaufende Magnetfeldkomponenten B sensiert.

Figur 7 zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Messverfahrens an einem Hall-Sensorelement mit einer geometrischen Struktur wie das in Fig. 4A–C gezeigte Hall-Sensorelement, das mit Bezug auf Fig. 6 und 4A–C erläutert werden soll. In Schritt 711 wird ein erster Betriebsstrom eingepreßt, der entlang einer ersten Verbindungslinie 161 zwischen

der ersten unteren Kontaktfläche 191 und der ersten oberen Kontaktelektrode 141 fließt. In Schritt 712 wird, während der eingeprägte erste Betriebsstrom fließt, eine erste Hall-Spannung entlang einer zweiten Verbindungslinie 162 zwischen der zweiten unteren Kontaktfläche 192 und der zweiten oberen Kontaktelektrode 142 abgegriffen und aus dieser eine Komponente der magnetischen Flussdichte im aktiven Bereich 131 senkrecht zu einer ersten Messebene bestimmt, die durch die erste 161 und zweite 162 Verbindungslinie aufgespannt wird.

In Schritt 721 wird der erste Betriebsstrom beendet und ein zweiter Betriebsstrom eingepägt, der entlang der zweiten Verbindungslinie 162 fließt. In Schritt 722 wird, während der zweite Betriebsstrom fließt, eine zweite Hall-Spannung entlang einer dritten Verbindungslinie 163 zwischen der dritten unteren Kontaktfläche 193 und der dritten oberen Kontaktelektrode 143 abgegriffen und aus dieser eine Komponente der magnetischen Flussdichte im aktiven Bereich 131 senkrecht zu einer weiteren Messebene bestimmt, die durch die zweite 162 und dritte 163 Verbindungslinie aufgespannt wird.

In Schritt 731 wird der zweite Betriebsstrom beendet und ein dritter Betriebsstrom eingepägt, der entlang einer weiteren Verbindungslinie zwischen der ersten 141 und dritten 143 oberen Kontaktelektrode fließt. In Schritt 732 wird, während der dritte Betriebsstrom fließt, eine dritte Hall-Spannung entlang noch einer weiteren Verbindungslinie zwischen der zweiten 142 und vierten 144 oberen Kontaktelektrode abgegriffen und aus dieser eine Komponente der magnetischen Flussdichte im aktiven Bereich 131 senkrecht zu einer Messebene bestimmt, die parallel zur Hauptoberfläche 102 des Substrats verläuft.

In Schritt 740 wird aus den drei in den Schritten 712, 722 und 732 bestimmten Komponenten der magnetischen Flussdichte ein Vektor berechnet, der die Stärke und Richtung der magnetischen Flussdichte im aktiven Bereich 131 in einem gewünschten, z.B. kartesischen oder polaren Koordinatensystem angibt. Sodann wird das Messverfahren ab Schritt 711 wiederholt. Sowohl bei dem obigen Durchlauf als auch bei der Wiederholung können alternierend jeweils die für Betriebsstromeinprägung und Hall-Spannungsabgriff einer der Messebenen verwendeten Kontakte miteinander in Art eines spinning-current-Verfahrens vertauscht und/oder der Vektor der magnetischen Flussdichte aus den in zwei oder mehr Durchgängen erhobenen Daten ermittelt werden.

In dem beschriebenen Verfahren werden die in Fig. 4A–C gezeigte vierte vergrabene Schicht 114 und die zugehörigen Elemente 144, 174, 184 nicht benötigt. Das Verfahren kann daher auch mit einem abgewandelten Hall-Sensorelement ausgeführt werden, bei dem diese Elemente fehlen. Andererseits kann das Verfahren aus Fig. 7 dahingehend abgewandelt wer-

den, dass mit Bezug auf das Hall-Sensorelement 100 aus Fig. 4A–C und Fig. 6 zusätzlich oder alternativ Messungen in weiteren Messebenen durchgeführt werden, z.B. in zur Hauptoberfläche 102 geneigten Messebenen, die von der dritten 163 und vierten 164 Verbindungslinie bzw. von der vierten 164 und ersten 161 Verbindungslinie aufgespannt werden, weiterhin in zur Hauptoberfläche 102 senkrechten Messebenen, die von der ersten 161 und dritten 163 Verbindungslinie bzw. von der zweiten 162 und vierten 164 Verbindungslinie aufgespannt werden. Zur dreidimensionalen Messung von Magnetfeldern werden zweckmäßig drei Messebenen mit linear unabhängigen Normalenvektoren ausgewählt.

5 Ansprüche

1. Hall-Sensorelement (100), aufweisend:
 - ein Substrat (101, 500) mit einer Hauptoberfläche (102);
 - ein elektrisch leitfähiges aktives Gebiet (131), welches sich von der Hauptoberfläche (102) in das Substrat (101) erstreckt; und
 - eine elektrisch leitfähige erste vergrabene Schicht (111) im Substrat (101, 500), welche das aktive Gebiet (131) an einer ersten unteren Kontaktfläche (191) kontaktiert.
2. Hall-Sensorelement (100) nach Anspruch 1, wobei das Substrat (101, 500) ein Halbleitersubstrat und das aktive Gebiet (131) ein Halbleitergebiet eines ersten Leitfähigkeitstyps ist.
3. Hall-Sensorelement (100) nach Anspruch 1 oder 2, mit einer ersten oberen Kontaktelektrode (141), welche das aktive Gebiet (131) an der Hauptoberfläche (102) kontaktiert.
4. Hall-Sensorelement (100) nach Anspruch 3, wobei die erste obere Kontaktelektrode (141) wesentlich senkrecht über der ersten unteren Kontaktfläche (191) angeordnet ist.
5. Hall-Sensorelement (100) nach Anspruch 3, wobei die erste obere Kontaktelektrode (141) diagonal zur ersten unteren Kontaktfläche (191) versetzt angeordnet ist.
6. Hall-Sensorelement (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, mit einer zweiten (142) und einer dritten (143) oberen Kontaktelektrode, welche das aktive Gebiet (131) an der Hauptoberfläche (102) kontaktieren.
7. Hall-Sensorelement (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, weiterhin aufweisend:
 - eine zweite elektrisch leitfähige vergrabene Schicht (112), welche das aktive Gebiet (131) an einer zweiten unteren Kontaktfläche (192) kontaktiert; und
 - eine zweite obere Kontaktelektrode (142), welche das aktive Gebiet (131) an der Hauptoberfläche (102) kontaktiert;

wobei eine erste Verbindungslinie (161) zwischen der ersten unteren Kontaktfläche (191) und der ersten oberen Kontaktelektrode (141) geneigt zu einer zweiten Verbindungslinie (162) zwischen der zweiten unteren Kontaktfläche (142) und der zweiten oberen Kontaktelektrode (192) verläuft.

5

8. Hall-Sensorelement (100) nach Anspruch 7, weiterhin aufweisend:

- eine dritte (113) und vierte (114) elektrisch leitfähige vergrabene Schicht, welche das aktive Gebiet (131) an einer jeweils zugehörigen dritten (193) und vierten (194) unteren Kontaktfläche kontaktieren; und

10

- eine dritte (143) und vierte (144) obere Kontaktelektrode, welche das aktive Gebiet (131) an der Hauptoberfläche (102) kontaktieren;

wobei eine von der ersten (161) und zweiten (162) Verbindungslinie aufgespannte erste Ebene (599) geneigt zu einer zweiten Ebene (699) verläuft, welche von einer dritten Verbindungslinie (163) zwischen der dritten unteren Kontaktfläche (193) und der dritten oberen Kontaktelektrode (143) sowie einer vierten Verbindungslinie (164) zwischen der vierten unteren Kontaktfläche (194) und der vierten oberen Kontaktfläche (144) aufgespannt ist.

15

9. Verwendung eines Hall-Sensorelements (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zur mehrdimensionalen, insbesondere dreidimensionalen Messung eines Magnetfeldes (B).

20

10. Verfahren zur Messung eines Magnetfeldes (B) mittels eines Hall-Sensorelements (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, mit folgenden Schritten:

25

- Leiten (711) eines elektrischen Messstromes (I) zwischen der ersten oberen Kontaktelektrode (141) und der ersten unteren Kontaktfläche (191) durch das aktive Gebiet; und

- Abgreifen (712) einer Hall-Spannung (U_H) am aktiven Gebiet entlang einer Strecke (104; 162), welche geneigt zu einer Verbindungslinie (161) zwischen der ersten unteren Kontaktfläche (191) und der ersten oberen Kontaktelektrode (141) verläuft.

30

11. Verfahren zur Messung eines Magnetfeldes (B) mittels eines Hall-Sensorelements (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, mit folgenden Schritten:

35

- Leiten (711) eines elektrischen Messstromes (I) durch das aktive Gebiet (131) über eine Strecke (104; 162), welche geneigt zu einer Verbindungslinie (161) zwischen der ersten unteren Kontaktfläche (191) und der ersten oberen Kontaktelektrode (141) verläuft; und

- Abgreifen (712) einer Hall-Spannung (U_H) zwischen der ersten oberen Kontaktelektrode (141) und der ersten unteren Kontaktfläche (191).

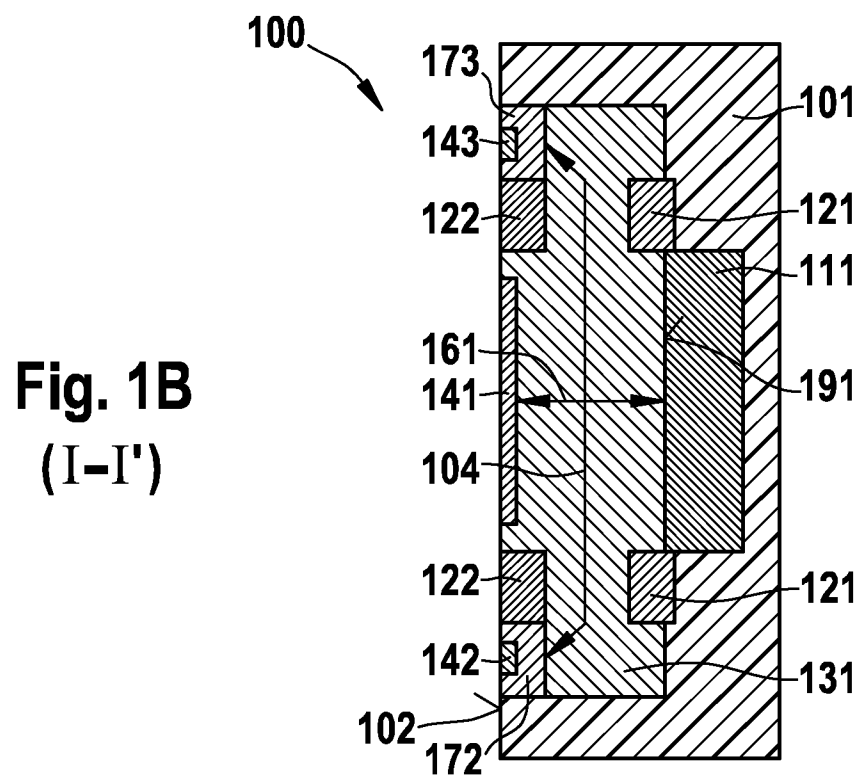
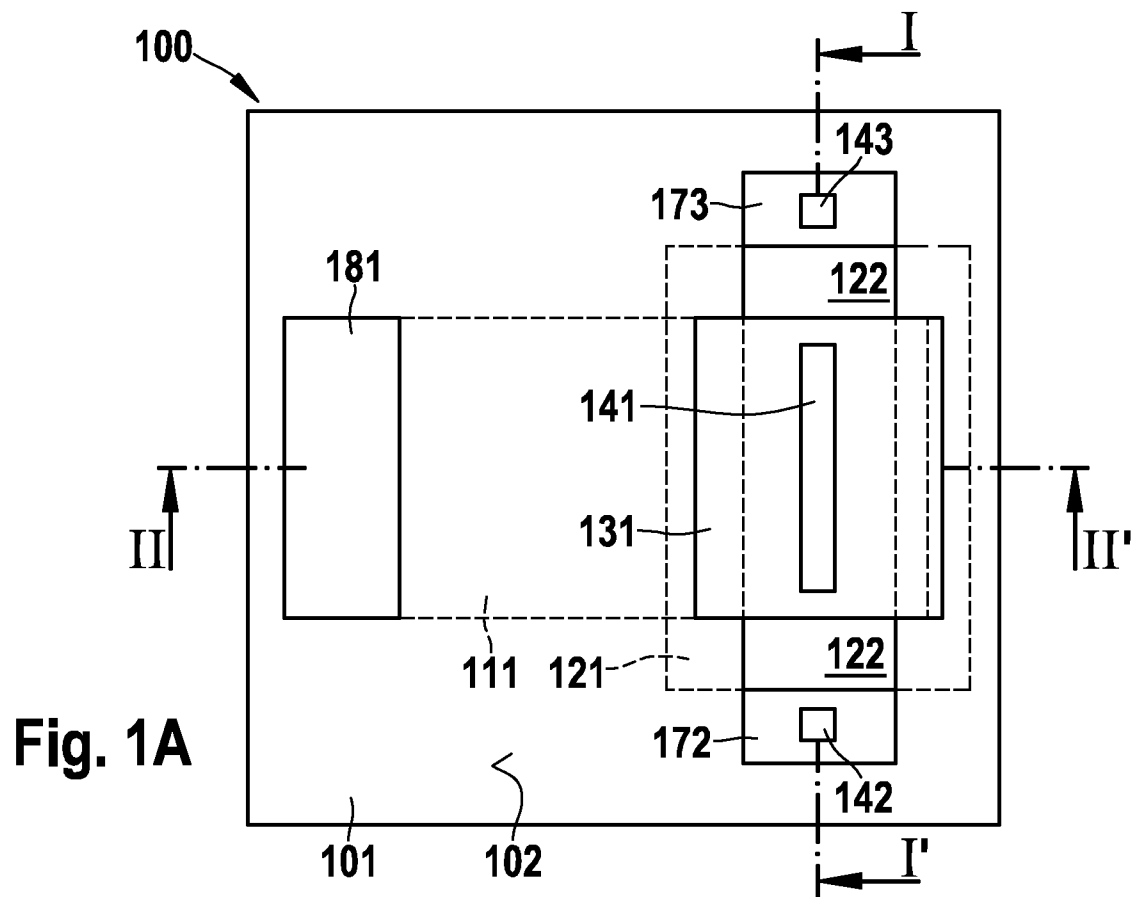


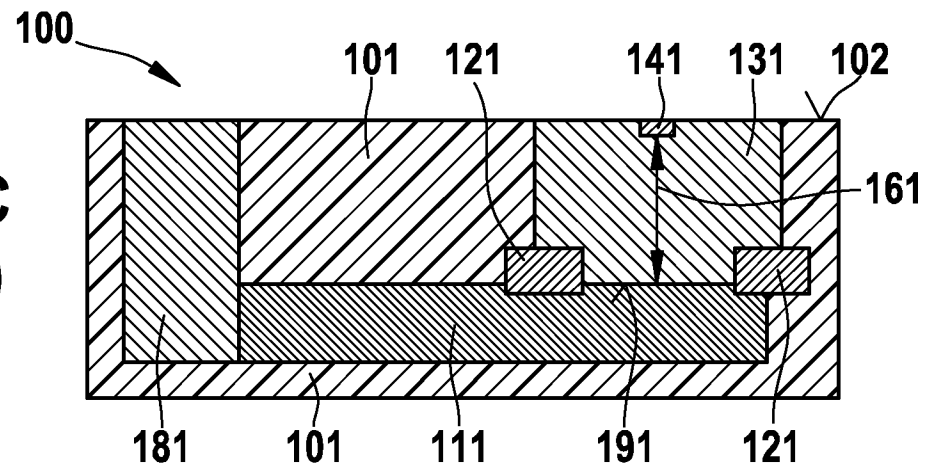
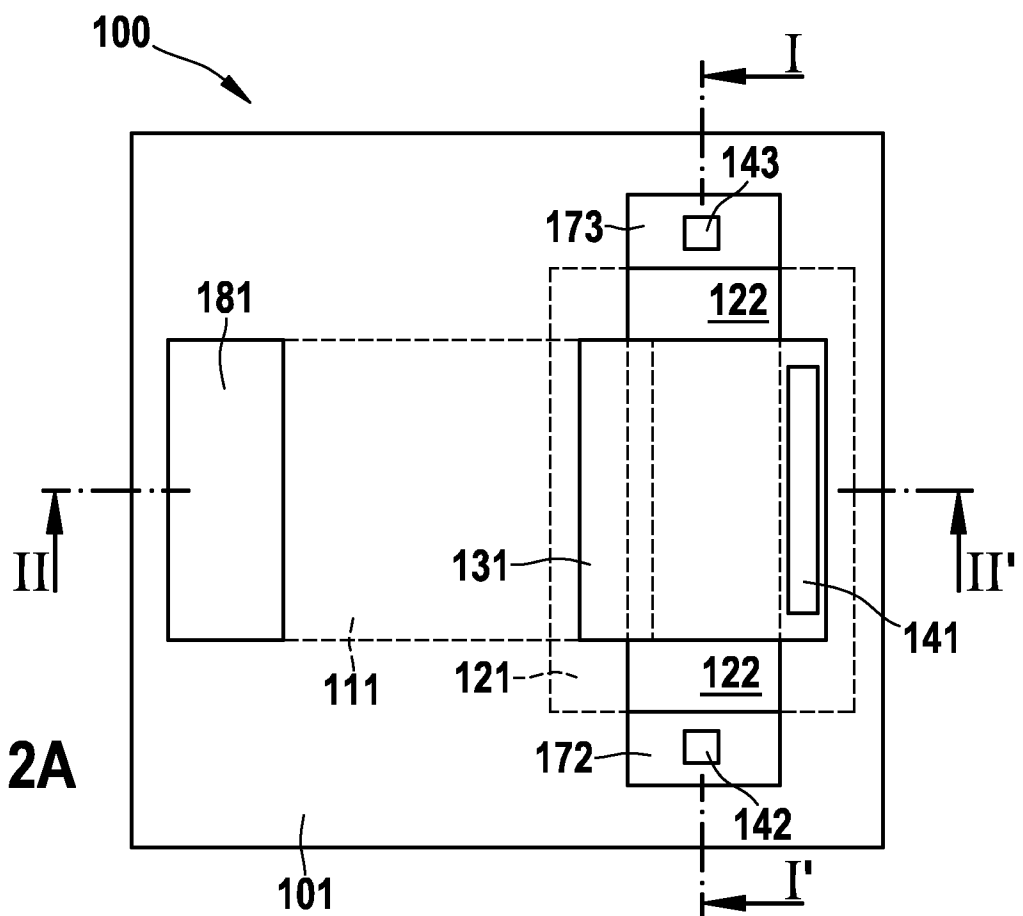
Fig. 1C
(II-II')**Fig. 2A**

Fig. 2B
(I-I')

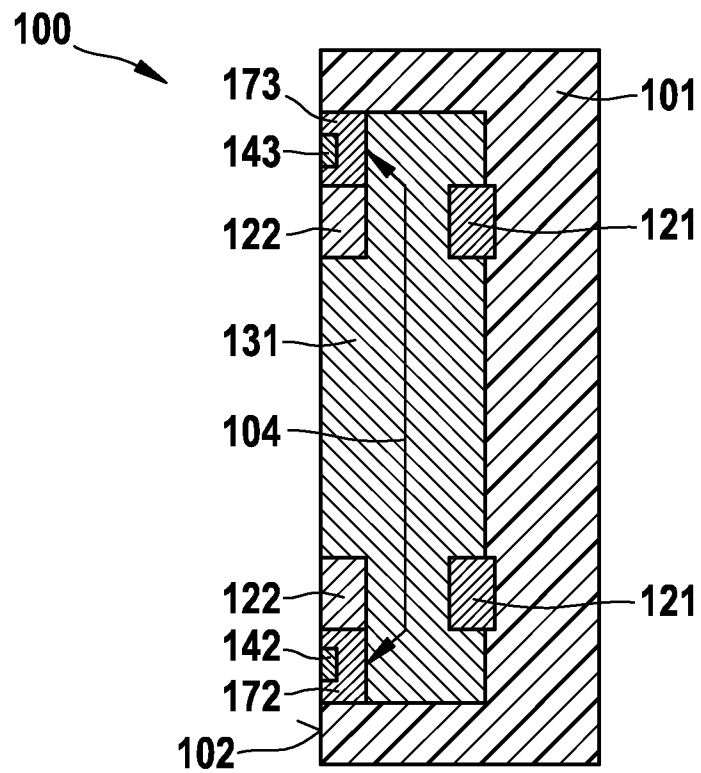
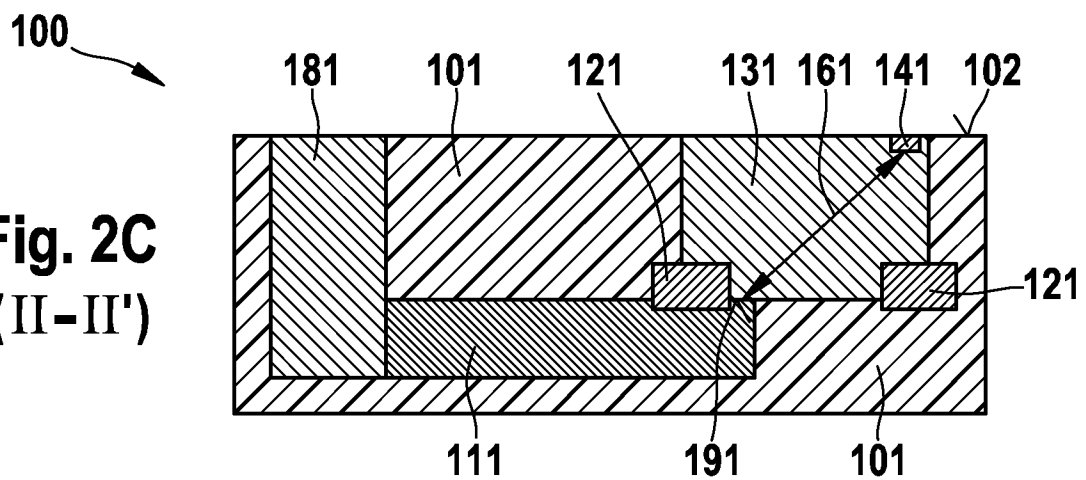


Fig. 2C
(II-II')



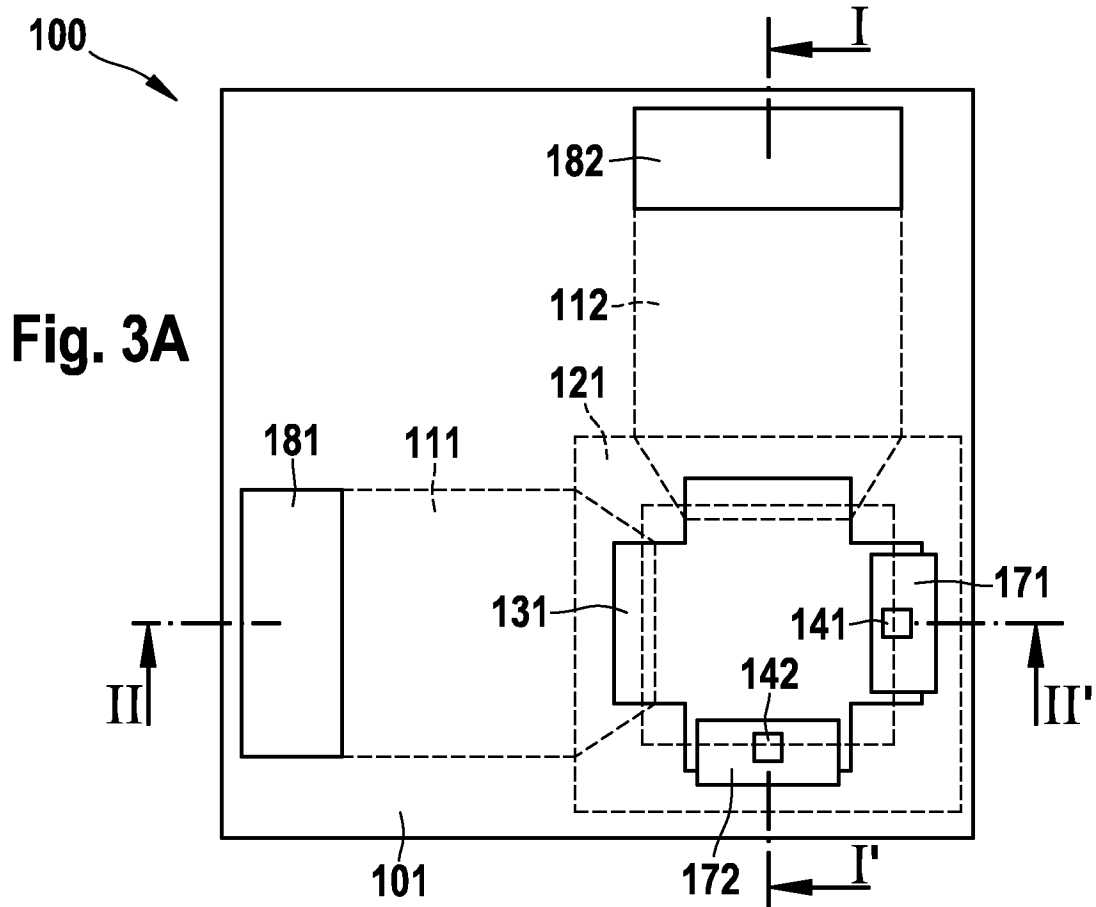
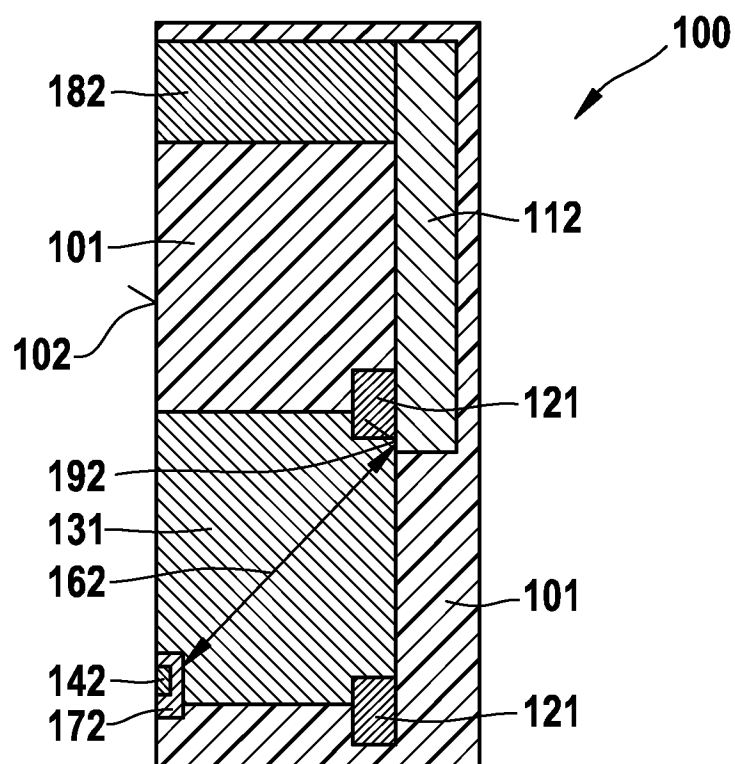
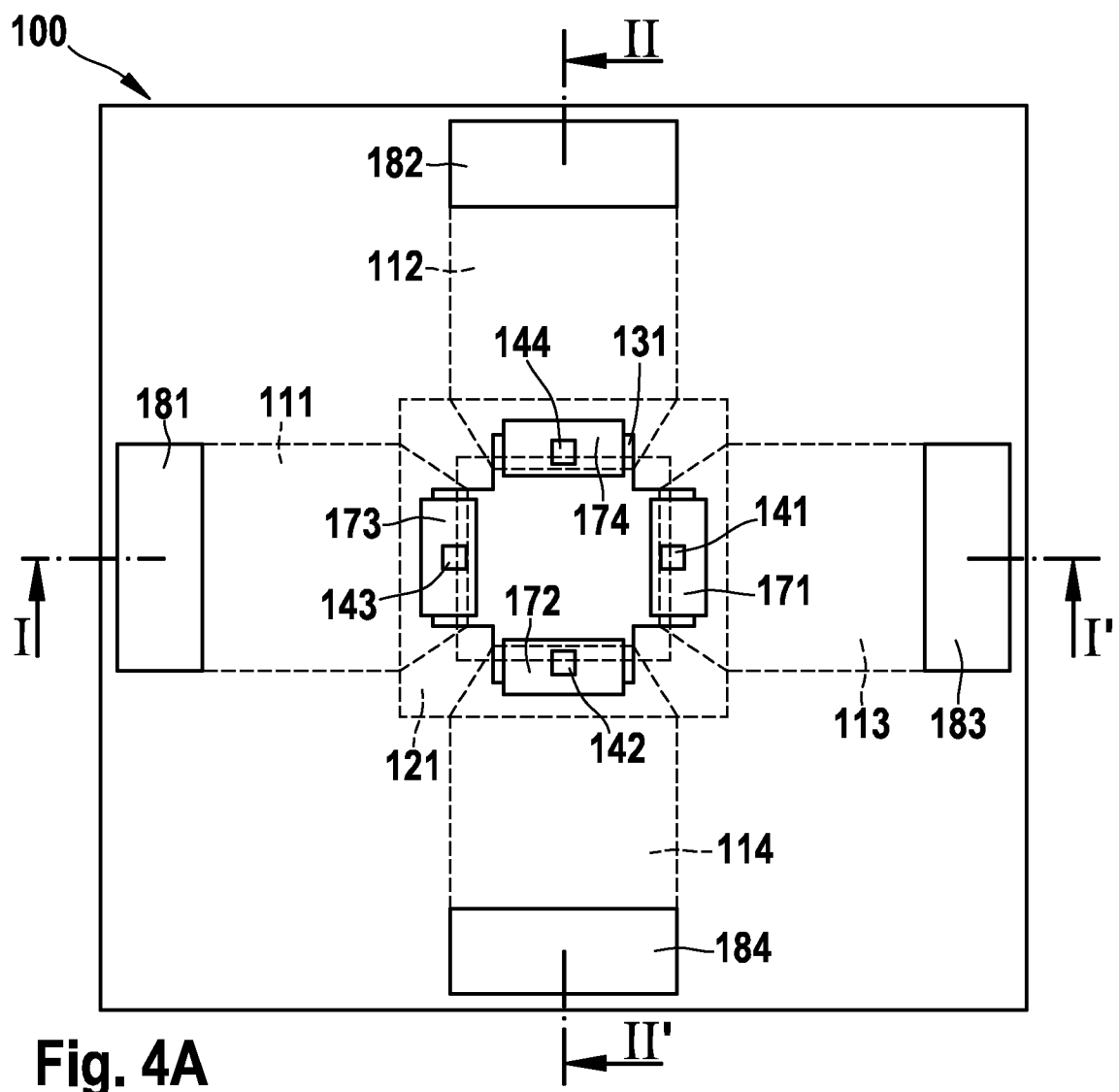
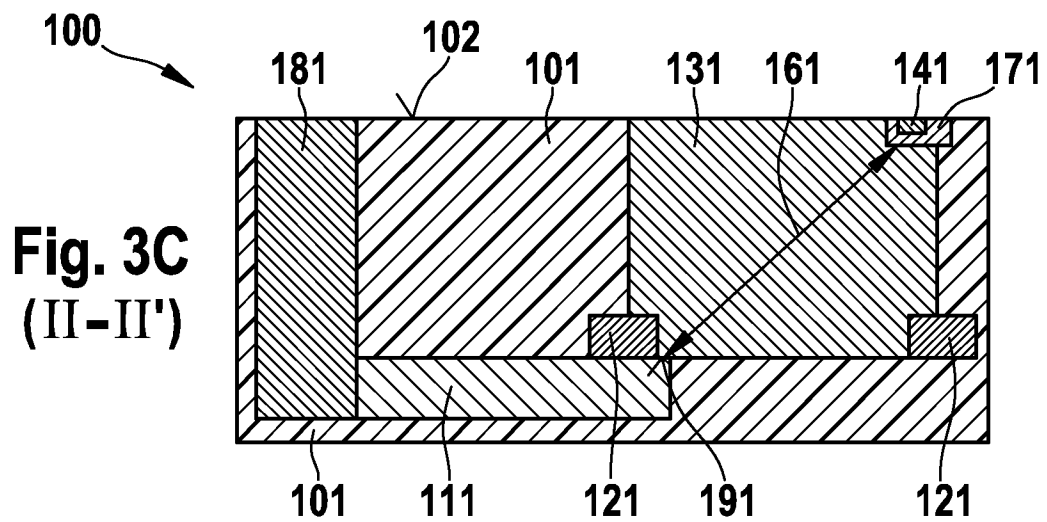


Fig. 3B
(I-I')





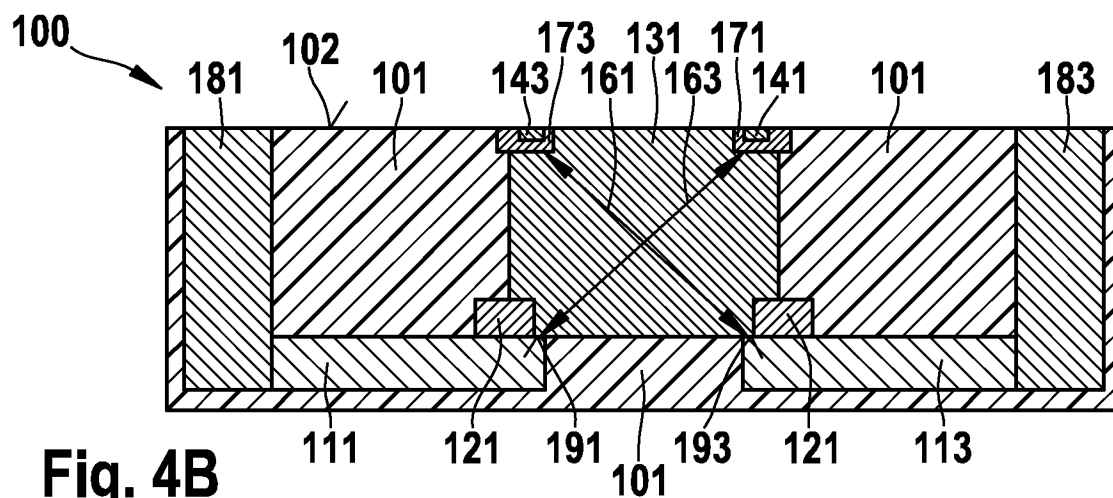


Fig. 4B
(I-I')

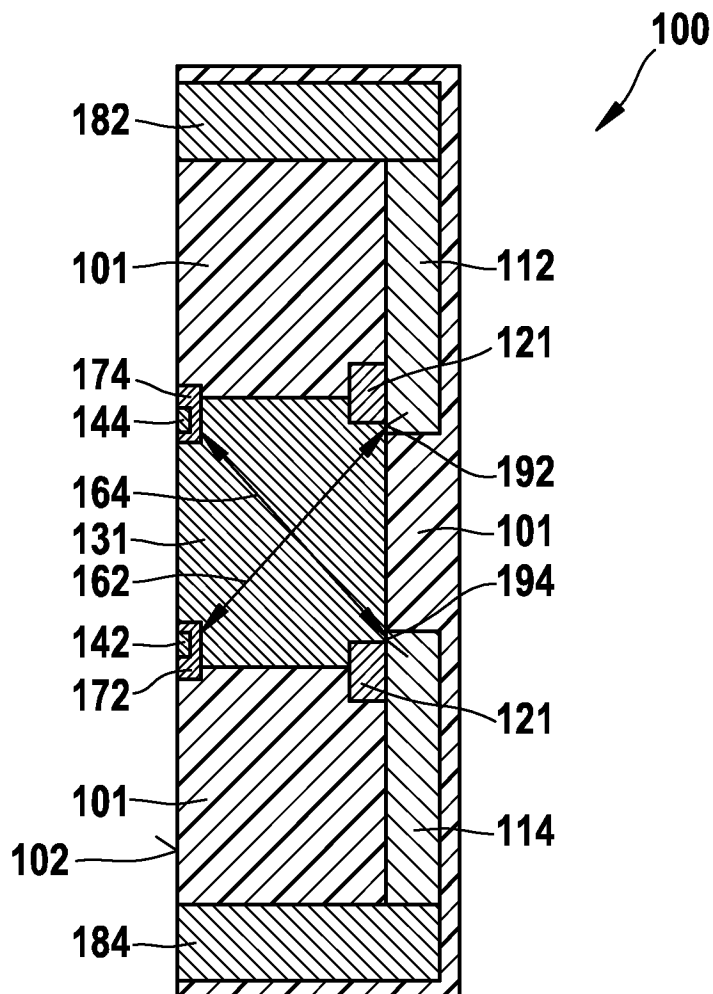


Fig. 4C
(II-II')

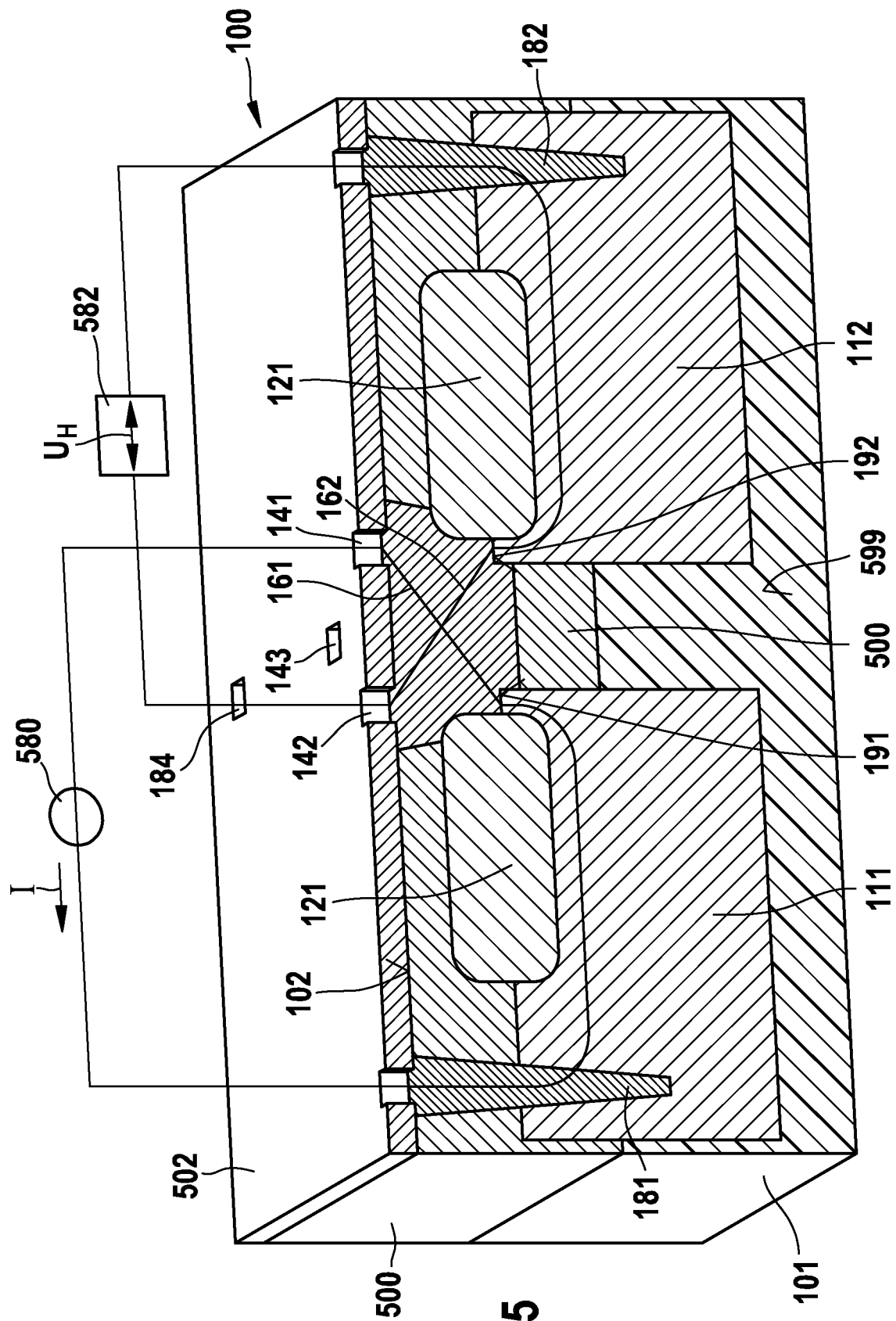


Fig. 5

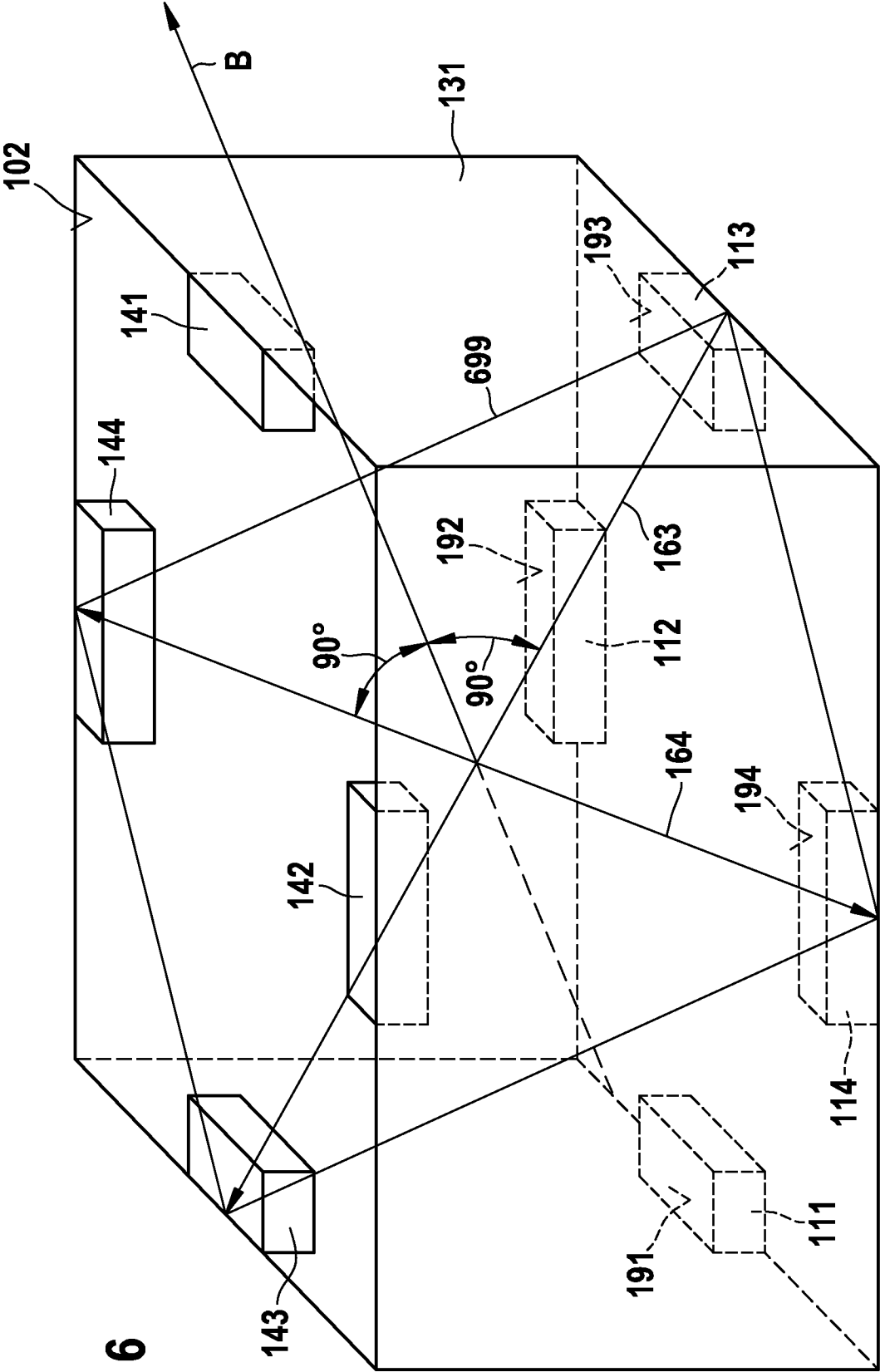
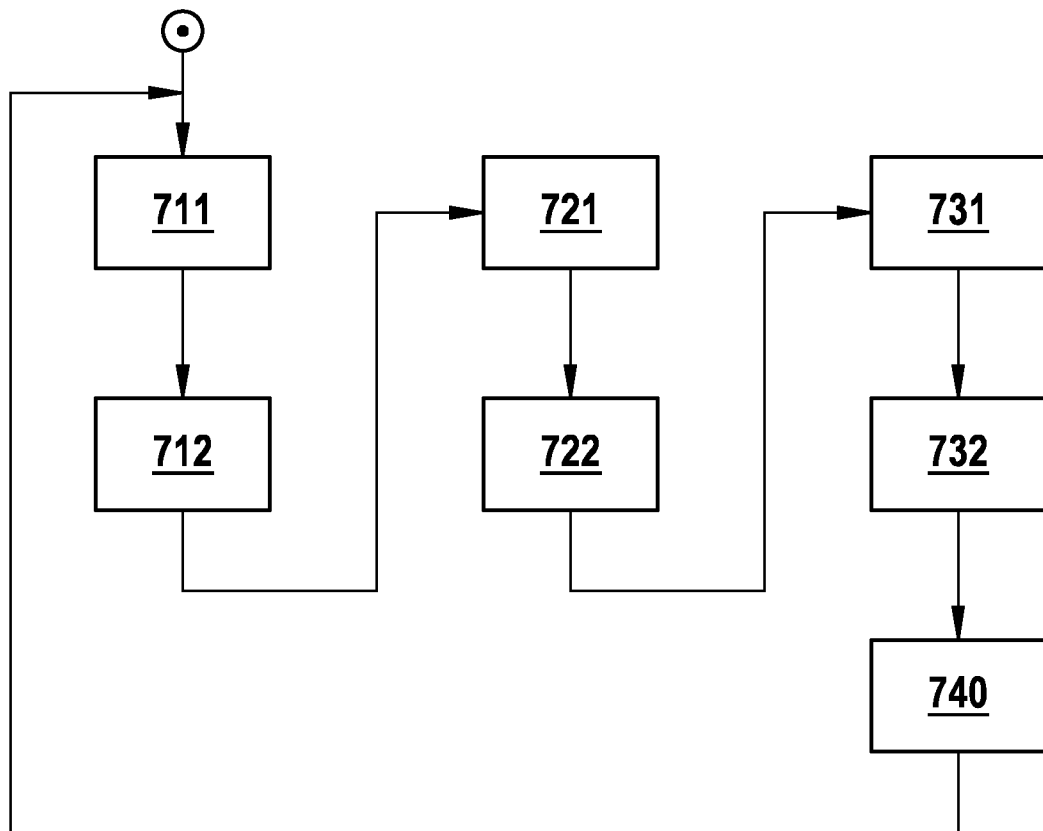


Fig. 6

**Fig. 7**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/055904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01R33/07 H01L43/04 H01L43/06 H01L43/14
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 829 352 A (POPOVIC RADIVOJE [CH] ET AL) 9 May 1989 (1989-05-09) * abstract; figures 2-6 column 3, line 58 - column 6, line 9	1-11
X,P	US 2009/256559 A1 (AUSSELECHNER UDO [AT] ET AL) 15 October 2009 (2009-10-15) * abstract; figures 1-3 paragraph [0020] - paragraph [0027]	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June 2010

Date of mailing of the international search report

24/06/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Böhm-Pélissier, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/055904

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4829352	A	09-05-1989	AU 600484 B2 16-08-1990
			AU 7210687 A 05-11-1987
			CA 1263764 A1 05-12-1989
			CH 669068 A5 15-02-1989
			CN 87102998 A 11-11-1987
			DE 3766875 D1 07-02-1991
			DK 216787 A 30-10-1987
			EP 0244577 A1 11-11-1987
			FI 871526 A 30-10-1987
			JP 63093178 A 23-04-1988
			NO 871796 A 30-10-1987
			YU 54487 A1 31-12-1989
US 2009256559	A1	15-10-2009	DE 102009015965 A1 29-10-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/055904

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G01R33/07 H01L43/04 H01L43/06 H01L43/14
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G01R H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 829 352 A (POPOVIC RADIVOJE [CH] ET AL) 9. Mai 1989 (1989-05-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-6 Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 9	1-11
X, P	US 2009/256559 A1 (AUSSEERLECHNER UDO [AT] ET AL) 15. Oktober 2009 (2009-10-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absatz [0020] - Absatz [0027]	1-5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Böhm-Pélissier, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/055904

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4829352	A	09-05-1989	AU	600484 B2	16-08-1990
			AU	7210687 A	05-11-1987
			CA	1263764 A1	05-12-1989
			CH	669068 A5	15-02-1989
			CN	87102998 A	11-11-1987
			DE	3766875 D1	07-02-1991
			DK	216787 A	30-10-1987
			EP	0244577 A1	11-11-1987
			FI	871526 A	30-10-1987
			JP	63093178 A	23-04-1988
			NO	871796 A	30-10-1987
			YU	54487 A1	31-12-1989
<hr/>					
US 2009256559	A1	15-10-2009	DE 102009015965	A1	29-10-2009
<hr/>					