



BUNDESPATENTGERICHT

18 W (pat) 4/23

(AktENZEICHEN)

Verkündet am
19. Dezember 2023

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

...

betreffend die Patentanmeldung 10 2019 000 165.6

hat der 18. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 19. Dezember 2023 unter Mitwirkung des Richters Veit als Vorsitzenden sowie der Richter Kruppa, Dr. Friedrich und Dr. Zebisch beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 30.5.2022 aufgehoben und das Patent auf der Grundlage der folgenden Unterlagen erteilt:

- Patentansprüche 1-8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung,
- Beschreibung, Seiten 1, 1a, 4, 5, 7-9, eingereicht in der mündlichen Verhandlung, Seiten 2, 3, 6, 10-12, eingegangen am 23.1.2019,
- Figuren 1-4, eingegangen am 23.1.2019.

G r ü n d e

I.

Die vorliegende Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2019 000 165.6 und der Bezeichnung „Halbleitersensorstruktur“ wurde am 14. Januar 2019 über Fax angemeldet. Gleichzeitig mit der Anmeldung wurde Prüfungsantrag nach § 44 PatG gestellt. Am 23. Januar 2019 wurden Reinzeichnungen zusammen mit den übrigen ursprünglichen Unterlagen auf dem Postweg eingereicht. Diese wurden am 16. Juli 2020 mit der DE 10 2019 000 165 A1 veröffentlicht.

Die Prüfungsstelle für Klasse H01L hat im Prüfungsverfahren auf den Stand der Technik gemäß folgender Druckschriften verwiesen (Nummerierung der Druckschriften D5 und D6 seitens des Senats eingefügt):

- D1 DE 10 2013 209 514 A1;
- D2 Ch. Sander et al.: „Isotropic 3D silicon hall sensor“. In: 28th IEEE Int. Conference on MEMS, 18-22 Januar 2015, Estoril, Portugal, S. 893 bis 896;
- D3 Ch. Sander et al.: „Monolithic Isotropic 3D Silicon Hall Sensor“. In: Sensors and Actuators A 247 (2016), S. 587 bis 597;

- D4 Ph. Garrou, Ch. Bower und P. Ramm (Hrsg.): „Handbook of 3D Integration“, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008, ISBN 978-3-527-32034-9, S. V bis XXVI, 25 bis 44 und 223 bis 248;
- D5 US 2017/0 117 255 A1 und
- D6 US 2014/0 356 981 A1.

Sie hat in einem Bescheid vom 19. August 2019 und in einem Zusatz vom 21. März 2022 zur Ladung zur Anhörung ausgeführt, dass der Gegenstand des jeweiligen Anspruchs 1 und das jeweils beanspruchte Herstellungsverfahren auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruhen (§ 4 PatG). Zudem hat sie die Ausführbarkeit des nebengeordneten Verfahrensanspruchs 10 bemängelt (§ 34 Abs. 4 PatG) und für einen neu eingereichten Anspruch 1 dessen ursprüngliche Offenbarung (§ 38 PatG) angezweifelt. Sie hat in ihrem Bescheid ausgeführt, dass mit den vorliegenden Unterlagen eine Patenterteilung nicht möglich sei.

Die Anmelderin hat in zwei Erwiderungen vom 29. Oktober 2019 und vom 21. Mai 2022 den Ausführungen der Prüfungsstelle widersprochen und jeweils einen neuen Satz Patentansprüche eingereicht. Während sie in der Erwiderung vom 29. Oktober 2019 hilfsweise eine mündliche Anhörung beantragt hat, hat sie in der Erwiderung vom 21. Mai 2022 nach der Ladung zu einer Anhörung am 30. Mai 2022 um eine schriftliche Fortführung des Verfahrens gebeten. Da die Prüfungsstelle dieser Bitte nicht nachgekommen ist, hat die Anmelderin mit Schriftsatz vom 24. Mai 2022 nach telefonischer Rücksprache mit der Prüfungsstelle angekündigt, dass sie an der anberaumten Anhörung nicht teilnehmen werde.

Wie angekündigt hat die Anmelderin an der Anhörung am 30. Mai 2022 nicht teilgenommen. An deren Ende hat die Prüfungsstelle die Anmeldung zurückgewiesen (§ 48 PatG), da der Gegenstand des Patentanspruchs 1 mangels erfinderischer Tätigkeit (§4 PatG) nicht patentfähig sei (§1 Abs. 1 PatG). Der begründete Beschluss mit Anschreiben vom 8. Juni 2022 wurde der Anmelderin am 11. Juni 2022 zugestellt.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die mit Schriftsatz vom 28. Juni 2022, am selben Tag über Fax im Deutschen Patent- und Markenamt eingegangene Beschwerde der Anmelderin, die sie mit Schriftsatz vom 12. Juli 2022 begründet hat, in dem sie hilfsweise auch eine mündliche Verhandlung beantragt hat. Mit ihrer Beschwerdebegründung hat sie den Anspruchssatz vom 21. Mai 2022 erneut eingereicht.

In der mündlichen Verhandlung am 19. Dezember 2023 hat die Anmelderin einen neuen Satz Patentansprüche und Seiten einer an diesen angepasste Beschreibung eingereicht und beantragt,

den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 30.5.2022 aufzuheben und das Patent auf der Grundlage der folgenden Unterlagen zu erteilen.:

- Patentansprüche 1-8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung,
- Beschreibung, Seiten 1, 1a, 4, 5, 7-9, eingereicht in der mündlichen Verhandlung, Seiten 2, 3, 6, 10-12, eingegangen am 23.1.2019,
- Figuren 1-4, eingegangen am 23.1.2019.

Der in der mündlichen Verhandlung am 19. Dezember 2023 eingereichte Anspruch 1 lautet mit bei unverändertem Wortlaut eingefügter Gliederung:

- „R0.0 Halbleitersensorstruktur (WF) mit einer Oberseite (OS) und einer Unterseite (US) aufweisend eine erste Halbleiterscheibe (WF1), wobei
- R0.1 - die erste Halbleiterscheibe (WF1) eine Halbleiterschicht (HLS) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp
- R0.2 mit einer vergrabenen Vorderseite (VS1) und einer die Oberseite (OS) ausbildenden Rückseite (RS1) aufweist,
- R0.3 - in der Halbleiterschicht (HLS) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) eine dreidimensionale Hallsensorstruktur (HSENS) mit einem Sensorgebiet ausgebildet ist, wobei

- R0.4 - das Sensorgebiet aus einem sich von der Rückseite (RS1) zu der Vorderseite (VS1) der Halbleiterschicht (HLS) erstreckenden monolithischen Halbleiterkörper (HLK) besteht,
 - R0.5 - im Bereich des Halbleiterkörpers (HLK) auf der Vorderseite (VS1) wenigstens drei zueinander beabstandete erste metallische Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) und auf der Rückseite (RS1) wenigstens drei zueinander beabstandete zweite metallische Anschlusskontakte (K2.1, K2.2, K2.3) ausgebildet sind,
 - R0.6 - in einer Projektion senkrecht zu der Vorderseite (VS) die ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) gegenüber den zweiten Anschlusskontakten (K2.1, K2.2, K2.3) versetzt angeordnet sind,
 - R0.7 - jeder erste Anschlusskontakt (K1.1, K1.2, K1.3) und jeder zweite Anschlusskontakt (K2.1, K2.2, K2.3) jeweils auf einem hochdotierten Halbleiterkontaktgebiet (KG) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp ausgebildet ist,
 - R0.8 - die ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) und die zweiten Anschlusskontakte (K2.1, K2.2, K2.3) jeweils bezüglich einer auf der Vorderseite (VS1) und auf der Rückseite (RS1) des Halbleiterkörpers (HLK) senkrecht stehenden Symmetrieachse (S) eine mehrzählige Rotationssymmetrie aufweisen,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- R1.0 - der Halbleiterkörper (HLK) mittels einer umlaufenden Grabenstruktur (TR) von der übrigen Halbleiterschicht (HLS) elektrisch isoliert ist,
 - R1.1 - die Halbleitersensorstruktur (WF) eine zweite Halbleiterscheibe (WF2) und
 - R1.2 eine isolierende Schicht (OXS) aufweist, wobei
 - R1.3 - die zweite Halbleiterscheibe (WF2) eine Substratschicht (SUB) mit einer die Unterseite (US) ausbildenden Rückseite (RS2), einer vergrabenen Vorderseite (VS2) und
 - R1.4 einer an der Vorderseite (VS2) ausgebildeten integrierten Schaltung (IC) mit mindestens einem auf der Vorderseite (VS2) ausgebildeten metallischen Anschlusskontakt (K) aufweist, wobei

- R1.5 der wenigstens eine metallische Anschlusskontakt (K) außerhalb der Hallsensorstruktur (HSENS) angeordnet ist und ein Leiterbahnabschnitt umfasst,
- R1.6 - die Vorderseite (VS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) auf der isolierenden Schicht (OXS) und die Vorderseite (VS2) der zweiten Halbleiterscheibe (WF2) unter der isolierenden Schicht (OXS) ausgebildet sind,
- R1.7 - die ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) der Hallsensorstruktur (HSENS) und die Anschlusskontakte (K) der integrierten Schaltung (IC) jeweils mittels einer Silizium-Durchkontaktierung (TSV) von der Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) elektrisch angeschlossen sind, und
- R1.8 die Durchkontaktierungen (TSV) jeweils als mit einem elektrisch leitfähigen Material gefüllter Graben ausgebildet sind und in einem außerhalb des Sensorgebiets (HSENS) liegenden Teil der ersten Halbleiterscheibe (WF1) und in einer Projektion senkrecht zu der Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) oberhalb der ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) der Hallsensorstruktur (HSENS) und oberhalb der Anschlusskontakte (K) der integrierten Schaltung von der Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) bis zu dem jeweiligen Anschlusskontakt (K1.1, K1.2, K1.2, K) reichen.

Neben diesem Vorrichtungsanspruch enthält der Anspruchssatz mit dem nebengeordneten Anspruch 6 zudem einen ein Herstellungsverfahren für die beanspruchte Vorrichtung beanspruchenden Anspruch, der mit bei ungeändertem Wortlaut eingefügte Gliederung wie folgt lautet:

- M6 Halbleitersensorstrukturherstellungsverfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur mit einer ersten Halbleiterscheibe (WF1), einer zweiten Halbleiterscheibe (WF2) und einer Isolierenden Schicht (OXS) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

- M6.1 - in einem ersten Prozessabschnittsbereich auf eine erste Halbleiterscheibe (WF1) aufweisend eine Halbleiterschicht (HLS) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp mit einer Vorderseite (VS1) und einer Rückseite (RS1) in einer Vielzahl von Prozessschritten auf der Vorderseite (VS1) mittels Implantation wenigstens drei hochdotierte Halbleiterkontaktegebiete (KG) von dem zweiten Leitfähigkeitstyp hergestellt werden und auf jedem Kontaktgebiet (KG) ein erster Anschlusskontakt (K1.1, K1.2, K1.3) angeordnet wird, wobei der wenigstens eine metallische Anschlusskontakt (K) außerhalb der Hallsensorstruktur (HSENS) angeordnet ist und ein Leiterbahnabschnitt umfasst,
- M6.2 - in einem zweiten Prozessabschnittsbereich eine zweite Halbleiterscheibe (WF2) aufweisend eine Substratschicht (SUB) mit einer Rückseite (RS2) und einer Vorderfläche (VS2) in einer Vielzahl von Prozessschritten auf der Vorderseite (VS2) eine integrierte Schaltung (IC) mit mindestens einem metallischen Anschlusskontakt (K) auf der Vorderseite (VS2) hergestellt wird,
- M6.3 - in einem dritten Prozessabschnittsbereich die Vorderseite (VS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) und die Vorderseite (VS2) der zweiten Halbleiterscheibe (WF2) gefügt wird, so dass nach dem Fügen die isolierende Schicht (OXS) zwischen der ersten Halbleiterscheibe (WF1) und der zweiten Halbleiterscheibe (WF2) ausgebildet ist, so dass durch das Fügen die Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) zu einer Oberseite (OS) der Halbleitersensorstruktur (WF) und die Rückseite (RS2) der zweiten Halbleiterscheibe (WF2) zu einer Unterseite (US) der Halbleitersensorstruktur (WF) wird und die Vorderseite (VS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) sowie die Vorderseite (VS2) der zweiten Halbleiterscheibe (WF2) jeweils zu einer vergrabenen Fläche werden und
- M6.4 - in einem vierten Prozessabschnittsbereich die Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) gedünnt wird und nach dem Dünnen in einer Vielzahl von Prozessschritten auf der gedünnten Rückseite (RS1) mittels Implantation wenigstens drei hochdotierte Halbleiterkontaktegebiete (KG) von

dem zweiten Leitfähigkeitstyp hergestellt werden und auf jedem Kontaktgebiet (KG) ein zweiter Anschlusskontakt (K2.1, K2.2, K2.3) angeordnet wird, wobei in einer Projektion senkrecht zu der Vorderseite (VS1) die ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) gegenüber den zweiten Anschlusskontakten (K2.1, K2.2, K2.3) versetzt sind und die ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) und die zweiten Anschlusskontakte (K2.1, K2.2, K2.3) jeweils eine mehrzählige Rotationssymmetrie bezüglich einer auf der Vorderseite (VS1) und auf der Rückseite (RS1) des Halbleiterkörpers (HLK) senkrecht stehenden Symmetrieachse (S) aufweisen,

M6.5 - in einem fünften Prozessabschnittsbereich auf der Rückseite (RS1) der Halbleiterschicht (HLS) eine das Sensorgebiet vollständig umschließende Grabenstruktur (TR) ausgebildet wird, und

M6.6 - in einem sechsten Prozessabschnittsbereich in einem außerhalb des Sensorgebiets (HSENS) liegenden Teil der ersten Halbleiterscheibe (WF1) und in einer Projektion senkrecht zu der Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) jeweils oberhalb der ersten Anschlusskontakte (K1.1, K1.2, K1.3) der Hallsensorstruktur (HSENS) und oberhalb der Anschlusskontakte (K) der integrierten Schaltung ein von der Rückseite (RS1) der ersten Halbleiterscheibe (WF1) bis zu dem jeweiligen Anschlusskontakt (K1.1, K1.2, K1.2, K) reichender Graben ausgebildet und mit einem elektrisch leitfähigen Material gefüllt wird.“

Hinsichtlich der weiteren Einzelheiten und Unterlagen, insbesondere des Wortlauts der Unteransprüche 2 bis 5, 7 und 8 wird auf den Akteninhalt verwiesen.

II.

Die form- und fristgerecht erhobene Beschwerde der Anmelderin ist zulässig und erweist sich hinsichtlich des in der mündlichen Verhandlung am 19. Dezember 2023

eingereichten Anspruchssatzes auch als begründet, so dass der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L aufzuheben und ein Patent zu erteilen ist, denn die in der mündlichen Verhandlung eingereichten Ansprüche sind zulässig (§ 38 PatG), und die mit ihnen beanspruchten Gegenstände und Verfahren sind auch patentfähig (§ 1 Abs. 1 PatG), da sowohl die beanspruchte, gewerblich anwendbare (§ 5 PatG) Halbleitersensorstruktur nach Anspruch 1 als auch das gewerblich anwendbare (§ 5 PatG) Halbleitersensorstrukturherstellungsverfahren nach Anspruch 6 gegenüber dem im Verfahren befindlichen Stand der Technik neu (§ 3 PatG) sind und diesem gegenüber auch auf einer erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns (§ 4 PatG) beruhen.

1. Die Erfindung bezieht sich auf eine Halbleitersensorstruktur und ein Halbleitersensorstrukturherstellungsverfahren, wobei die Halbleitersensorstruktur eine erste Halbleiterscheibe und eine zweite Halbleiterscheibe umfasst (*vgl. S. 1, 1. Abs. der geltenden Beschreibung*).

Gemäß der Beschreibung sei aus der DE 10 2013 209 514 A1 (= D1) ein dreidimensionaler Hallsensor zum Detektieren eines räumlichen Magnetfelds bekannt, wobei ein Halbleiterkörper mindestens drei Elektrodenpaare aufweise, jedes Elektrodenpaar einen ersten Anschluss an einer Oberseite des Halbleiterkörpers und einen zweiten Anschluss an einer Unterseite des Halbleiterkörpers aufweise und mindestens drei Paare von Elektrodenpaaren mindestens drei Vierkontaktstrukturen bilden, welche die Messung jeweils einer räumlichen Komponente des Magnetfelds unter Nutzung des Halleffekts ermöglichen (*vgl. S. 1, 2. Abs. der geltenden Beschreibung*).

Ausgehend vom diesem geschilderten Stand der Technik liege der Anmeldung als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, die den Stand der Technik weiterbildet (*vgl. S. 1, 5. Abs. der geltenden Beschreibung*). Ob-

ektiv besteht die Aufgabe darin, einen Hallsensor der aus der Druckschrift D1 bekannten Bauweise mit weiteren zum Betrieb des Sensors notwendigen elektronischen Bauteilen zu einem Gesamtbaulement zu integrieren.

Diese Aufgabe wird durch die Halbleitersensorstruktur des geltenden Anspruchs 1 und das Halbleitersensorstrukturherstellungsverfahren gemäß dem geltenden Anspruch 6 gelöst.

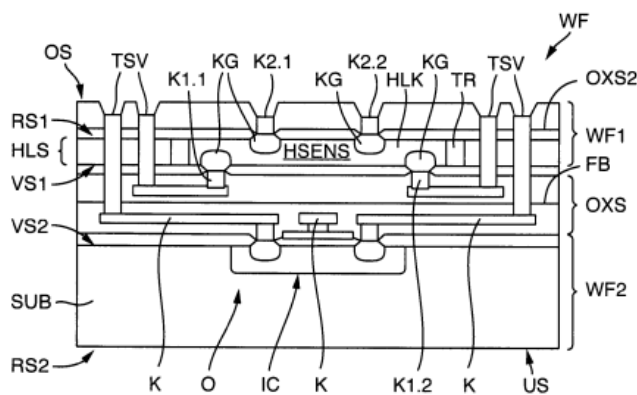


Fig.1 Halbleitersensorstruktur, die an-

spruchsgemäß (Merkmal R0.3) als Hallsensorbauelement ausgeführt ist. Bei dieser Halbleitersensorstruktur handelt es sich um einen Chipstapel oder einen Waferstapel mit genau zwei Chips (*WF1 und WF2*) oder Wafern, was aus den Merkmalen R0.2 und R0.3 folgt, und einer dazwischen angeordneten Isolationsschicht (*OXS*). Die beiden Chips sind mit ihren Vorderseiten (*VS1, VS2*) zueinander (Face to Face) und damit zur Isolationsschicht (*OXS*) angeordnet. Als Vorderseite wird die Seite bezeichnet, in der sich die elektronische Schaltung befindet. Da es sich bei dem oberen Chip (*WF1*) um einen gedünnten Chip handelt, verlieren bei diesem die Begriffe Vorderseite (*VS1*) und Rückseite (*RS1*) allerdings ihre Bedeutung und die Vorderseite ist lediglich dadurch definiert, dass sie

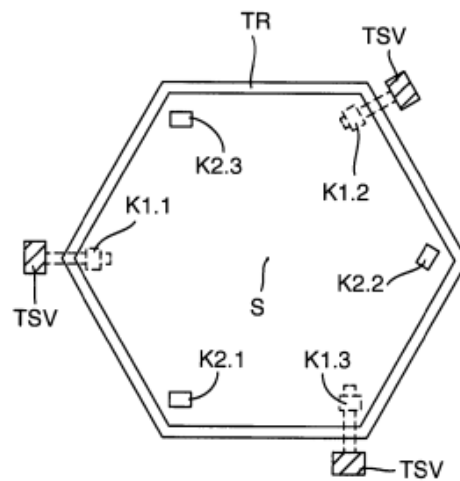


Fig. 2

dem zweiten Chip (*WF2*) zugewandt ist.

Der obere, als erste Halbleiterscheibe (*WF1*) bezeichnete Chip oder Wafer enthält die eigentliche Hallsensorstruktur (*HSENS*). Diese Struktur ist in der Draufsicht der Fig. 2 besser zu erkennen, da Fig. 1 keinen Schnitt durch die in Fig. 2 gezeigte Halbleitersensorstruktur zeigt, sondern lediglich die Schichtenstruktur der in Fig. 2 gezeigten Hallsensorstruktur verdeutlicht. Gezeigt wird in Fig. 2 eine Hallsensorstruktur, die einen Körper in Form eines sechseckigen Prismas aufweist. Die unteren (*K1.1*, *K1.2*, *K1.3*) und die oberen Kontaktstellen (*K2.1*, *K2.2*, *K2.3*) sind jeweils mit einer dreizähligen Rotationssymmetrie um die Achse *S* angeordnet und die unteren Kontaktstellen (*K1.1*, *K1.2*, *K1.3*) um 60° gegenüber den oberen Kontaktstellen (*K2.1*, *K2.2*, *K2.3*) verdreht. Anspruch 1 legt nicht fest, dass der Hallsensor sechs Kontakte besitzt und gibt somit keine dreizählige Rotationssymmetrie vor. Er kann auch mehr Kontakte besitzen, so dass eine Drehachse mit einer höherzähligen Rotationssymmetrie entsteht. Technisch gesehen ist jedoch eine dreizählige Symmetrie mit sechs Kontakten das Minimum, um das Magnetfeld in drei Dimensionen zu bestimmen.

Umgeben ist das Sensorgebiet von einer Grabenstruktur (*TR*), die das Sensorgebiet vom restlichen oberen ersten Chip isoliert. Die Fig. 1 und 2 der Anmeldung zeigen, dass dort der Graben (*TR*) durch die gesamte Halbleiterschicht (*HLS*) hindurchgeht, so dass das Sensorgebiet (*HSENS*) aus der ersten Halbleiterscheibe (*HLS*) herausgeschnitten wird. Beansprucht wird dies allerdings nicht, sondern es wird lediglich die Wirkung der Isolation beansprucht (Merkmal R1.0).

Die Kontakte sind wie übliche Metallkontakte zu einem niedrigdotierten Halbleitergebiet aufgebaut. Dies bedeutet, dass zur Vermeidung eines Schottkykontaktes zunächst eine hochdotierte Zone (*KG*) in den niedrig dotierten Halbleiter eingebracht ist, zu der dann ein metallischer Kontakt (*K1.1*, *K1.2*, *K1.3*, *K2.1*, *K2.2*, *K2.3*) verbunden ist. Die Angabe, dass es sich bei dem Halbleitermaterial um Material des

zweiten Leitungstyps handelt, hat für Anspruch 1 keine Auswirkungen, da der zweite Leitungstyp in Anspruch 1 nicht als n- oder p-Typ spezifiziert wird.

Die zweite Halbleiterscheibe (*WF2*) bzw. der zweite Chip wird als Substrat (*SUB*) mit einer auf der Vorderseite ausgebildeten integrierten Schaltung (*IC*) beansprucht. In Fig. 1 wird beispielhaft eine Transistorstruktur gezeigt. Diese integrierte Schaltung weist wenigstens einen metallischen Anschlusskontakt auf, der außerhalb der Hallsensorstruktur (*HSENS*) angeordnet ist (Merkmal R1.5). Betrachtet man Fig. 1, wo der metallische Anschlusskontakt *K* sich unter der Hallsensorstruktur (*HSENS*) befindet, so gibt es zwei mögliche Interpretationsmöglichkeiten. Die eine besteht darin, dass außerhalb der Hallsensorstruktur bedeutet, dass der metallische Kontakt sich außerhalb des Volumens befindet, das den Hallsensor bildet, also außerhalb des Volumens *HSENS* in Fig. 1. Dies ist eine Selbstverständlichkeit, denn der metallische Anschlusskontakt (*K*) der integrierten Schaltung (*IC*) gehört zur zweiten Halbleiterscheibe (*WF2*) während das Hallsensorvolumen (*HSENS*) zur ersten (*WF1*) gehört. Die zweite besteht darin, dass der metallische Kontakt (*K*) bei Betrachtung senkrecht von oben auch Bereiche aufweist, die sich in dem Bereich befinden, den die Hallsensorstruktur (*HSENS*) nicht abdeckt, es aber nicht erforderlich ist, dass der gesamte Anschlusskontakt (*K*) nicht von der Hallsensorstruktur (*HSENS*) verdeckt ist, demnach Teile von ihm, wie in Fig. 1 gezeigt, verdeckt sein können.

Die Kontaktierung sowohl der integrierten Schaltung (*K*) als auch der ersten Anschlusskontakte der Hallsensorstruktur (*K1.1*, *K1.2*, *K1.3*) erfolgt über die Oberseite und damit durch die erste Halbleiterscheibe (*WF1*) hindurch. Dazu werden Durchkontaktierungen in der Form von Gräben (*TSV*) oder Löchern genutzt, die mit leitfähigem Material gefüllt sind, und mit den Kontakten (*K*, *K1.1*, *K1.2*, *K1.3*) in elektrischem Kontakt stehen. Nicht beansprucht wird hingegen, dass die untere Halbleiterscheibe (*WF2*) in irgendeiner Weise mit der Hallsensorstruktur in Verbindung steht oder für deren Funktion eine Bedeutung hat. Dies bedeutet, dass die integrierte

Schaltung in der unteren Halbleiterscheibe nichts mit der Hallsensorstruktur oder überhaupt mit dem Hallsensor zu tun haben kann.

Der dreidimensionale Hallsensor funktioniert, indem drei Kontaktpaare (*K1.1 mit K2.1, K1.2 mit K2.2 und K1.3 mit K2.3*) bestehen, in die ein Strom zwischen den Kontakten eingeleitet wird. Im besten Fall stehen die Verbindungslinien zwischen den Kontakten der Kontaktpaare senkrecht aufeinander. Ein nicht für die Stromleitung genutztes Kontaktpaar wird dann genutzt, um eine Spannung quer zur Stromrichtung zu messen, die auf Grund des Halleffekts durch das Magnetfeld entsteht und abhängig von der Größe und der Richtung des Magnetfeldes ist. Werden nacheinander Messungen mit jedem der Kontaktpaare durchgeführt, so können alle drei Raumkomponenten des Magnetfeldes bestimmt werden. Die Messmethode wird ausführlich in den Druckschriften D2 und D3 erläutert.

Gemäß Anspruch 6 erfolgt die Herstellung der in Anspruch 1 beanspruchten Struktur in sechs Prozessabschnitten, die in den Fig. 3 und 4 der Anmeldung gezeigt werden. Es handelt sich dabei um einen 3D-Integrationsprozess, bei dem zwei Chips oder Wafer Face to Face übereinander angeordnet werden.

2. Die mit den geltenden Ansprüchen beanspruchten Gegenstände und Verfahren sind ursprünglich offenbart (§ 38 PatG), so dass die Ansprüche zulässig sind.

2.1. Anspruch 1 geht aus dem ursprünglichen Anspruch 1 hervor, in dem einige Merkmale in ihrer Reihenfolge umgeordnet wurden (Merkmale R0.0 bis R0.8, R1.1 bis R1.4, R1.6 und Teile des Merkmals R1.7) und Merkmal R1.6 sachlich mit Hilfe der Fig. 1 berichtigt wurde. In den Anspruch sind zusätzlich das Merkmal des ursprünglichen Anspruchs 2 (Merkmal R1.0), ein Merkmal aus dem ursprünglichen Anspruch 9 (Teil des Merkmals R1.7) und Merkmale des ursprünglichen Anspruchs 15 (Merkmal R1.8) aufgenommen. Das verbleibende Merkmal R1.5 ist weder im ursprünglichen Anspruchssatz noch in der ursprünglichen Beschreibung enthalten.

Es ist allerdings aus der Fig. 1 ersichtlich. Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist demnach ursprünglich offenbart, so dass Anspruch 1 zulässig ist.

2.2. Der nebengeordnete **Anspruch 6** geht aus dem ursprünglichen Anspruch 10 (Merkmal M8, Teile des Merkmals M6.1, Merkmal M6.2, abgewandeltes Merkmal M6.3, Merkmal M6.4) hervor, indem in ihn die Merkmale der ursprünglichen Ansprüche 12 (Merkmal M6.5) und 15 (Merkmal M6.6) aufgenommen wurden. Hinzu kommt das im Merkmal M6.1 vorhandene Teilmerkmal, dass der wenigstens eine metallische Anschlusskontakt (*K*) außerhalb der Hallsensorstruktur angeordnet ist und einen Leiterbahnabschnitt umfasst, was aus der Fig. 1 ersichtlich ist. Das mit Anspruch 6 beanspruchte Verfahren ist demnach ursprünglich offenbart, weshalb auch Anspruch 6 zulässig ist.

2.3. Die Unteransprüche 2 bis 5, 7 und 8 gehen aus den ursprünglichen Ansprüchen 3, 4, 6, 7, 11 und 16 hervor. Auch die mit ihnen beanspruchten Gegenstände und Verfahren sind demnach ursprünglich offenbart, so dass auch sie zulässig sind.

3. Die Lehren der Ansprüche sind für den Fachmann, einen berufserfahrenen Physiker oder einen Ingenieur der Fachrichtung Elektrotechnik mit Hochschul- oder Fachhochschulabschluss, der über Kenntnisse auf dem Gebiet der Chipproduktion verfügt und der mit der Entwicklung und Verbesserung von Hallsensorstrukturen betraut ist, auch ausführbar (§34 Abs. 4 PatG). So werden die beanspruchten Halbleitersensorstrukturen mit Hilfe der Figuren trotz der Unstimmigkeiten zwischen den Figuren 1 und 2 ausreichend erläutert und die beanspruchten Verfahren mit Hilfe der Figuren 3 und 4 für den Fachmann nacharbeitbar offenbart.

4. Der gewerblich anwendbare (§5 PatG) Gegenstand nach Anspruch 1 und das gewerblich anwendbare Verfahren des geltenden Anspruchs 6 sind neu (§3 PatG) und beruhen gegenüber den Lehren der als Stand der Technik ermittelten Druckschriften auf einer erfinderischen Tätigkeit (§4 PatG) des Fachmanns, so dass sie patentfähig sind (§1 Abs. 1 PatG).

4.1. Die Druckschriften D1 bis D3 offenbaren alle drei einen dreidimensionalen Hallsensor, der nach dem gleichen Prinzip arbeitet wie der der vorliegenden Anmeldung.

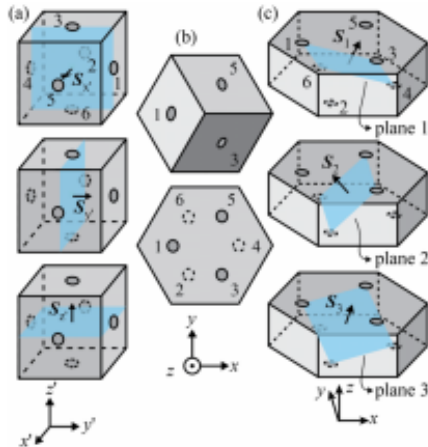


Figure 2: Schematic of (a) an ideal 3D Hall cube with all three operation planes and respective sensitivity vectors S_x , S_y and S_z , (b) a diagonal view of the cube and its projection onto two parallel xy-planes and (c) the novel hexagonal 3D Hall device with its three operation planes and respective sensitivity vectors S_1 , S_2 and S_3 .

Keine der drei Druckschriften offenbart jedoch die Details einer Halbleitersensorvorrichtung, die einen Hallsensorchip aufweist und einen weiteren Chip mit dem der Hallsensorchip Face to Face gebondet ist. Die Druckschriften D4, D5 und D6 beschäftigen sich mit der 3D-Integration von Chips oder Wafern. Von einem Hallsensor ist in ihnen nicht die Rede. Der Gegenstand des Anspruchs 1 gilt demnach als neu (§3 PatG).

4.2. Die Druckschrift D2 offenbart einen 3D Hallsensor aus Silizium (vgl. den Titel: *Isotropic 3D silicon Hall sensor*⁴). Der Sensor wird in der hier abgebildeten Fig. 3 gezeigt. Sein Prinzip wird ausgehend von einem würfelförmigen Hallsensor in Fig. 2 gezeigt. Der grundlegende Aufbau des Sensors besteht aus einem sechseckigen Prisma (siehe Fig. 2c), auf dessen Oberseite und Unterseite jeweils drei in einem gleichseitigen Dreieck angeordnete Kontakte (siehe die Zahlen 1 bis 6) ausgebildet sind. Dabei sind die Kontakte der Oberseite (1, 3, 5) gegenüber denen der Unterseite (2, 4, 6) um 60° versetzt (vgl. S. 893, rechte Sp., letzter Abs.: „This deformation is illustrated in figures 2(b) and (c). Contacts 1, 3, and 5 adjacent to one corner of the cube thereby move to the top surface, while contacts 2, 4, and 6 adjacent to the diagonally opposite corner are relocated to the bottom surface. The

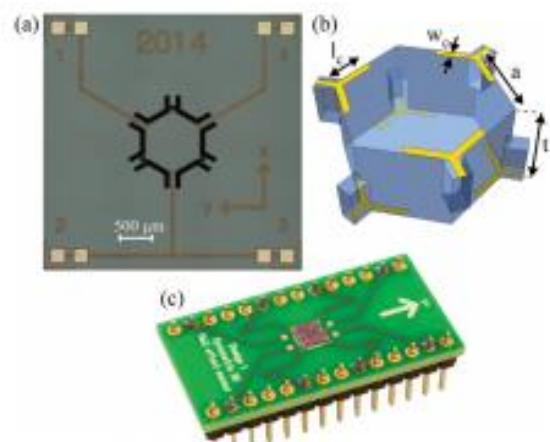


Figure 3: (a) Micrograph of the novel sensor, (b) schematic with relevant geometry parameters and (c) assembled device.

diagonal axis connecting these corners becomes an axis perpendicular to the wafer. As a result, the cube is deformed into a hexagonal prism and the sensor is symmetric under 120° rotation in the xy plane.“). Ein in einer Halbleiterscheibe hergestellter Hallsensor wird in Fig. 3 (a) gezeigt. Aus Fig. 3 (b) ist dabei ersichtlich, dass das Hallsensorvolumen, das in Fig. 2 (c) schematisch gezeigt wird, von einer Grabenstruktur eingegrenzt wird, die durch das Siliziummaterial hindurchgeht. Diese Grabenstruktur trennt das Sensorvolumen nicht vollständig vom restlichen Material der Halbleiterscheibe, sondern lässt Brücken übrig, über die die Kontaktierung des Siliziums im Sensorvolumen erfolgt. Diese Brücken dienen dazu, das Sensormaterial in der Halbleiterscheibe festzuhalten, während die Gräben gleichzeitig das Sensorvolumen elektrisch vom umgebenden Material isolieren. Dies wird beim in der Fig. 4 dargestellten Herstellungsverfahren nochmals deutlicher. Im Einzelnen offenbart Druckschrift D2 in Übereinstimmung mit dem Wortlaut des Anspruchs 1 eine

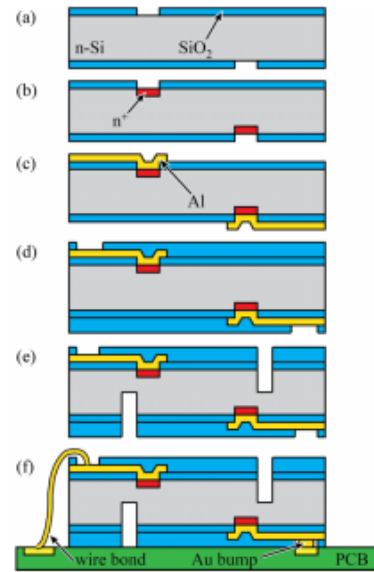


Figure 4: Fabrication process and assembly of the 3D Hall sensor including (a) insulation, (b) ion implantation, (c) metalization, (d) passivation, (e) DRIE, and (f) flip-chip and wire-bonding.

Halbleitersensorstruktur (vgl. den Titel) mit einer Oberseite (besitzt jede Halbleiterstruktur) und einer Unterseite (besitzt ebenfalls jede Halbleiterstruktur) aufweisend eine erste Halbleiterscheibe (siehe die Hallsensorscheibe in den Fig. 3 und 4), wobei

R0.0 Halbleitersensorstruktur (vgl. den Titel) mit einer Oberseite (besitzt jede Halbleiterstruktur) und einer Unterseite (besitzt ebenfalls jede Halbleiterstruktur) aufweisend eine erste Halbleiterscheibe (siehe die Hallsensorscheibe in den Fig. 3 und 4), wobei

R0.1 - die erste Halbleiterscheibe eine Halbleiterschicht (n -Si in Fig. 4) von einem zweiten Leitfähigkeitstyp (n -Typ, vgl. S. 894, linke Sp., letzte drei Zeilen: „A patterned thermal oxide layer (700 nm) on the front and rear of an n -doped Si wafer {Fig. 4(a)} serves...“)

R0.2' mit einer Vorderseite (untere Seite in Fig. 2 bis 4) und einer die Oberseite ausbildenden Rückseite (obere Seite in den Fig. 2 bis 4) aufweist,

R0.3 - in der Halbleiterschicht der ersten Halbleiterscheibe eine dreidimensionale Hallsensorstruktur mit einem Sensorgebiet ausgebildet ist (*siehe Fig. 2(c), 3(b) und 4(f)*), wobei

R0.4 - das Sensorgebiet aus einem sich von der Rückseite zu der Vorderseite der Halbleiterschicht erstreckenden monolithischen Halbleiterkörper (n -Si) besteht,

R0.5 - im Bereich des Halbleiterkörpers (n -Si) auf der Vorderseite (*untere Seite*) wenigstens drei zueinander beabstandete erste metallische Anschlusskontakte (*gelb in Fig. 4(f) eingezeichnete Al-Kontakte, vgl. S. 894, letzter Satz: „An Al metallization (500 nm) is then sputtered on the front and rear and patterned using wet etching {Fig. 4(c)}.“; Kontakte 2, 4, 6 in Fig. 2(c)*) und auf der Rückseite (*obere Seite*) wenigstens drei zueinander beabstandete zweite metallische Anschlusskontakte (*gelb in Fig. 4(f) eingezeichnete Al-Kontakte, vgl. ebenfalls S. 894, letzter Satz, Kontakte 1, 3, 5 in Fig. 2(c)*) ausgebildet sind,

R0.6 - in einer Projektion senkrecht zu der Vorderseite (*untere Seite*) die ersten Anschlusskontakte (2, 4, 6) gegenüber den zweiten Anschlusskontakten (1, 3, 5) versetzt angeordnet sind,

R0.7 - jeder erste Anschlusskontakt (2, 4, 6) und jeder zweite Anschlusskontakt (1, 3, 5) jeweils auf einem hochdotierten Halbleiterkontaktgebiet von einem zweiten Leitfähigkeitstyp (n^+ in Fig. 4, *rot eingezeichnet, vgl. S. 894, spaltenübergreifender Satz: „...as an implantation mask for n^+ contacts {Fig. 4(b)}.“*) ausgebildet ist,

R0.8 - die ersten Anschlusskontakte (2, 4, 6) und die zweiten Anschlusskontakte (1, 3, 5) jeweils bezüglich einer auf der Vorderseite und auf der Rückseite des Halbleiterkörpers senkrecht stehenden Symmetrieachse eine mehrzählige Rotations-symmetrie aufweisen (*siehe Fig. 2(c), 3(a), 3(b) und vgl. den bereits zitierten Abs. S. 893, rechte Sp., letzter Abs.*), wobei

R1.0 - der Halbleiterkörper mittels einer umlaufenden Grabenstruktur von der übrigen Halbleiterschicht elektrisch isoliert ist (siehe Fig. 3 und Fig. 4 (f), sowie S. 895, erster Abs.: „The hexagonal shape is defined by DRIE to the depth of 270 μm from both sides {Fig. 4(e)}. As a result of the mask design, the prism is suspended by six bridges with a height and width of about 255 μm and 100 μm , respectively.“. Da die elektrischen Leitungen über die Brücken verlaufen wird deren Potential im Wesentlichen durch die an diesen anliegende Spannung bestimmt, so dass das hexagonale Prisma elektrisch weitgehend gegenüber der Umgebung isoliert ist, was nach Fig. 2 der Idealzustand ist.),

R1.1 - die Halbleitersensorstruktur eine zweite Halbleiterscheibe (vgl. S. 896, linke Sp., letzter Abs.: „It has to be noted that the current device is a discrete component lending itself for hybrid integration with drive and signal conditioning circuitry. This can possibly be achieved by multi chip stacking assembly.“) und

R1.2 eine isolierende Schicht (siehe Fig. 4 (d) i.V.m. S. 895 linke Sp., 1. Satz: „Subsequently, a low temperature oxide (LTO) passivation (2 μm) is deposited and structured using reactive ion etching (RIE) to expose the contact pads {Fig. 4(d)}.“, die Oxidschicht, die es auf beiden Seiten der ersten Halbleiterscheibe gibt, liegt im Fall eines Stapels immer zwischen den beiden Halbleiterplatten.) aufweist, wobei

R1.6' - die Vorderseite der ersten Halbleiterscheibe auf der isolierenden Schicht ausgebildet ist (Dies ergibt sich bei der Stapelbildung zwangsweise).

Es ergibt sich auch zwangsweise, dass eine der beiden Seiten des Hallsensorchips in einem Chipstapel zum anderen Chip hinweist. Diese Seite wird als Vorderseite bezeichnet, die dann vergraben ist, so dass das Merkmal R0.2 in seiner Gesamtheit bereits aus Druckschrift D2 bekannt ist.

Damit unterscheidet sich die mit Anspruch 1 beanspruchte Halbleitersensorstruktur von der aus Druckschrift D2 durch die Merkmale

R1.3, dass die zweite Halbleiterscheibe eine Substratschicht mit einer die Unterseite ausbildenden Rückseite, einer vergrabenen Vorderseite und

R1.4 einer an der Vorderseite ausgebildeten integrierten Schaltung mit mindestens einem auf der Vorderseite ausgebildeten metallischen Anschlusskontakt aufweist, wobei

R1.5 der wenigstens eine metallische Anschlusskontakt außerhalb der Hallsensorstruktur angeordnet ist und einen Leiterbahnabschnitt umfasst,

R1.6“ - die Vorderseite der zweiten Halbleiterscheibe unter der isolierenden Schicht ausgebildet ist,

R1.7 - die ersten Anschlusskontakte (2, 4, 6) der Hallsensorstruktur und die Anschlusskontakte der integrierten Schaltung jeweils mittels einer Silizium-Durchkontaktierung von der Rückseite der ersten Halbleiterscheibe elektrisch angeschlossen sind, und

R1.8 die Durchkontaktierungen jeweils als mit einem elektrisch leitfähigen Material gefüllter Graben ausgebildet sind und in einem außerhalb des Sensorgebiets liegenden Teil der ersten Halbleiterscheibe und in einer Projektion senkrecht zu der Rückseite der ersten Halbleiterscheibe oberhalb der ersten Anschlusskontakte (2, 4, 6) der Hallsensorstruktur und oberhalb der Anschlusskontakte der integrierten Schaltung von der Rückseite der ersten Halbleiterscheibe bis zu dem jeweiligen Anschlusskontakt reichen.

Diese Merkmale sind dem Fachmann bekannte Merkmale aus der 3D-Chipintegration, wie das Lehrbuch D4 zeigt, doch gibt es entgegen der im Zurückweisungsbeschluss geäußerten Ansicht der Prüfungsstelle in den Druckschriften D1 bis D3 keinen Hinweis darauf, den in Druckschrift D2 offenbarten Hallsensor, der identisch in Druckschrift D3 offenbart wird oder in einer bei gleichem Funktionsprinzip anderen Form in Druckschrift D1 gezeigt wird, mit einem anderen Wafer zu bonden. Der

Fachmann hat demnach keine Veranlassung den Hallsensor aus Druckschrift D2 durch Waferbonden mit einem anderen Chip zu verbinden.

Druckschrift D2 gibt auf Seite 896 im Abschnitt „conclusion“ an, dass es sich bei der Vorrichtung um ein diskretes Bauteil handelt, das sich für eine Integration mit einem Chip für den Betrieb und die Signalformung anbietet (*vgl. den bereits zitierten letzten Abs. in der linken Sp. auf S. 896*) Dies kann beispielsweise durch das Stapeln mehrerer Chips („*multi chip stacking*“) erreicht werden. Hierunter versteht der Fachmann aber das Übereinanderstapeln zweier oder mehrerer fertiger Chips direkt vor oder beim Verpacken und kein Waferbonden, wie es in Druckschrift D4 offenbart wird. Dies bedeutet, dass der Fachmann gemäß dem Hinweis in der Druckschrift D2 zwar die in Fig. 4 der Druckschrift D2 gezeigte Leiterplatte (*PCB*) durch einen fertigen Chip ersetzen wird, nicht aber eine 3D-Integration in Form eines Waferbondvorgangs durchführen wird, dessen Einzelheiten die Druckschrift D4 lehrt. Damit ist dem Fachmann die Anwendung der ihm aus dem Lehrbuch D4 bekannten Techniken nicht nahegelegt, weshalb die mit Anspruch 1 beanspruchte Hallsensorstruktur ebenfalls nicht naheliegt.

Für die Druckschriften D5 und D6 gilt das Gleiche. Auch sie beschäftigen sich mit dem Waferbonden (*vgl. jeweils die Bezeichnungen*) und nicht mit dem Übereinanderstapeln von Chips, weshalb der Fachmann auch sie nicht heranziehen wird. In der Folge liegt die Halbleitersensorstruktur nach Anspruch 1 dem Fachmann nicht nahe und beruht deshalb auf einer erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns (§4 PatG). Sie ist demnach patentfähig (§1 Abs.1 PatG).

4.3. Der Verfahrensanspruch 6 ist wie Anspruch 1 zu beurteilen. Auch das mit ihm beanspruchte Verfahren könnte sich bestenfalls durch die Zusammenschau einer der Druckschriften D1 bis D3 mit dem in Druckschrift D4 offenbarten Fachwissen aus dem im Verfahren befindlichen Stand der Technik ergeben. Dafür gibt es aber, wie bereits dargestellt, keinen Hinweis. Im Ergebnis ist auch das mit Anspruch 6

beanspruchte Halbleitersensorherstellungsverfahren dem Fachmann nicht nahegelegt und damit patentfähig (§§ 1, 3 und 4 PatG).

5. An die selbständigen Patentansprüche 1 und 6 können sich die Unteransprüche 2 bis 5, 7 und 8 anschließen, da sie vorteilhafte Weiterbildungen der beanspruchten Halbleitersensorstruktur oder des beanspruchten Halbleitersensorstrukturherstellungsverfahrens angeben, die nicht platt selbstverständlich sind.

6. In der in der mündlichen Verhandlung vom 19. Dezember 2022 an den eingereichten Anspruchssatz angepassten Beschreibung ist der Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, angegeben und die Erfindung mit Hilfe der am 23. Januar 2019 im Deutschen Patent- und Markenamt eingegangenen Zeichnungen ausreichend erläutert.

7. Bei dieser Sachlage war der angefochtene Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H01L des Deutschen und Patent- und Markenamts vom 30. Mai 2022 aufzuheben und das Patent wie beantragt zu erteilen.

III. Rechtsmittelbelehrung

Gegen diesen Beschluss steht der Anmelderin das Rechtsmittel der **Rechtsbeschwerde** zu. Da der Senat die Rechtsbeschwerde nicht zugelassen hat, ist sie nur statthaft, wenn einer der nachfolgenden Verfahrensmängel gerügt wird, nämlich

1. dass das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
2. dass bei dem Beschluss ein Richter mitgewirkt hat, der von der Ausübung des Richteramtes kraft Gesetzes ausgeschlossen oder wegen Besorgnis der Befangenheit mit Erfolg abgelehnt war,
3. dass einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
4. dass ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,
5. dass der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
6. dass der Beschluss nicht mit Gründen versehen ist.

Die Rechtsbeschwerde ist **innerhalb eines Monats** nach Zustellung des Beschlusses

durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten in elektronischer Form **beim Bundesgerichtshof, Herrenstr. 45 a, 76133 Karlsruhe** einzureichen. Zur Entgegennahme elektronischer Dokumente ist die elektronische Poststelle des Bundesgerichtshofs bestimmt. Die elektronische Poststelle des Bundesgerichtshofs ist über die auf der Internetseite **www.bundesgerichtshof.de/erv.html** bezeichneten Kommunikationswege erreichbar. Die Einreichung erfolgt durch die Übertragung des elektronischen Dokuments in die elektronische Poststelle. Elektronische Dokumente sind mit einer qualifizierten elektronischen Signatur oder mit einer fortgeschrittenen elektronischen Signatur zu versehen.

Veit

Kruppa

Dr. Friedrich

Dr. Zebisch