



BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 5/11

(Aktenzeichen)

Verkündet am
3. Juni 2014
Schwäger
Justizbeschäftigte
als Urkundsbeamtin
der Geschäftsstelle

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

der Infineon Technologies Austria AG,
Siemensstraße 2, 09500 Villach, Österreich,

Anmelderin und Beschwerdeführerin,

Verfahrensbevollmächtigte: Patentanwälte Müller Hoffmann & Partner,
St.-Martin-Str. 58, 81541 München,

betreffend die Patentanmeldung 10 2005 020 091.5-33

hat der 23. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 3. Juni 2014 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Strößner, des Richters Dipl.-Phys. Brandt, der Richterin Dr. Hoppe und des Richters Dr. Zebisch

beschlossen:

Die Beschwerde wird zurückgewiesen.

Gründe

I.

Die vorliegende Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2005 020 091.5-33 und der geltenden Bezeichnung „Integrierte Halbleiterbauelementeanordnung“ wurde am 29. April 2005 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht. Gleichzeitig mit der Anmeldung wurde Prüfungsantrag gestellt. Die Anmeldung wurde am 9. November 2006 mit der DE 10 2005 020 091 A1 veröffentlicht.

Die Prüfungsstelle für Klasse H01L hat im Prüfungsverfahren auf den Stand der Technik gemäß den folgenden Druckschriften verwiesen:

- D1 P. Papakonstantinou et al.: „The effects of Si incorporation on the electrochemical and nanomechanical properties of DLC thin films“. In: Diamond and Related Materials 11 (2002), S. 1074-1080;
- D2 US 2004/0 056 269 A1;
- D3 EP 0 381 111 A2 und
- D4 US 5 087 959 A

Sie hat in drei Bescheiden und in einer Anhörung am 4. Oktober 2010 dargelegt, dass die Gegenstände der zu dem jeweiligen Zeitpunkt geltenden unabhängigen Ansprüche nicht patentfähig seien, da sie entweder nicht neu seien oder aber auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruhten. Eine Patenterteilung könne deshalb nicht in Aussicht gestellt werden, sondern es müsse mit einer Zurückweisung der Anmeldung gerechnet werden.

Die Anmelderin hat als Reaktion auf die Bescheide der Prüfungsstelle ihre Patentansprüche jeweils geändert. Zuletzt hat sie in der Anhörung am 4. Oktober 2010 drei Sätze Patentansprüche als Hauptantrag und Hilfsanträge 1 und 2 eingereicht, wobei nur der Hauptantrag neben dem jeweiligen Anspruch 1 einen weiteren unabhängigen Anspruch 2 enthielt. In ihren Eingaben und in der Anhörung hat die Anmelderin den Ansichten der Prüfungsstelle hinsichtlich der Patentfähigkeit der von ihr beanspruchten Gegenstände jeweils widersprochen.

Als Ergebnis der Anhörung hat die Prüfungsstelle die Anmeldung mit Beschluss vom 4. Oktober 2010 in der Anhörung zurückgewiesen, da die Gegenstände der zu diesem Zeitpunkt geltenden Ansprüche 1 gemäß des Hauptantrags und der beiden Hilfsanträge gegenüber dem aus den Druckschriften D3 und D4 bekannten Stand der Technik, teilweise unter Hinzuziehen der Druckschrift D1, auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruhten und damit nicht patentfähig seien (§ 4 PatG). Auf die fehlende Patentfähigkeit des Gegenstandes des selbständigen Anspruches 2 des Hauptantrags ist die Prüfungsstelle dabei nicht im Detail eingegangen.

Gegen diesen, der Anmelderin am 26. November 2010 zugestellten Beschluss hat die Anmelderin mit Schriftsatz vom 23. Dezember 2010, am selben Tag beim Deutschen Patent- und Markenamt eingegangen, fristgemäß Beschwerde eingelegt und diese mit Schriftsatz vom 8. März 2013 begründet.

Der Senat hat mit der Ladung zur mündlichen Verhandlung noch auf die Druckschrift

D5 DE 198 51 461 A1

hingewiesen.

In der mündlichen Verhandlung am 3. Juni 2014 hat der Vertreter der Anmelderin zwei neue Anspruchssätze mit Ansprüchen 1 bis 6 als Hauptantrag und Ansprüchen 1 bis 3 als Hilfsantrag eingereicht, in welchen nurmehr der Gegenstand des Anspruchs 2 des von der Prüfungsstelle zurückgewiesenen Hauptantrags weiterverfolgt wird. Die Anmelderin stellt folgende Anträge:

1. Den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H 01 L des Deutschen Patent- und Markenamtes vom 4. Oktober 2010 aufzuheben.

2.a) Ein Patent zu erteilen mit der Bezeichnung „Integrierte Halbleiterbauelementeanordnung“, dem Anmeldetag 29. April 2005 auf der Grundlage folgender Unterlagen:

- Ansprüche 1 bis 6 vom 3. Juni 2014, eingegangen am gleichen Tag sowie,
- Beschreibung, ursprüngliche Beschreibungsseiten 1 – 24 mit 1 Blatt Bezugszeichenliste eingegangen beim Deutschen Patent- und Markenamt am Anmeldetag, sowie
- 3 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 - 3, gemäß Schriftsatz vom 22. Juni 2005, eingegangen beim Deutschen Patent- und Markenamt am selben Tag.

2.b) Hilfsweise (Hilfsantrag 1) ein Patent zu erteilen mit der vorgenannten Bezeichnung und dem vorgenannten Anmeldetag auf der Grundlage folgender Unterlagen:

- Ansprüche 1 bis 3 vom 3. Juni 2014, eingegangen am gleichen Tag sowie,
- vorgenannter Beschreibung, Bezugszeichenliste und Zeichnungen.

Der in der mündlichen Verhandlung überreichte Anspruch 1 gemäß Hauptantrag lautet (*Gliederung bei unverändertem Wortlaut eingefügt*):

- 1.1 „Hochvolt-Leistungsbauelementeanordnung,
- 1.2 bei welcher ein Halbleitermaterialbereich (20) mit einem Oberflächenbereich (20a) ausgebildet ist,
- 1.3 bei welcher in einem Zentralbereich (Z) des Halbleitermaterialbereichs (20) eine Anordnung eines oder mehrerer Halbleiterbauelemente (10) ausgebildet ist, und
- 1.4 bei welcher in einem Randbereich (R) des Halbleitermaterialbereichs (20) auf dessen Oberflächenbereich (20a) und in direktem Kontakt hiermit ein Passivierungsschichtbereich (30) ausgebildet ist, um als Randabschluss eine gewünschte Feldverteilung am Rande der Halbleiterbauelementeanordnung zu realisieren; und
- 1.5 wobei der Passivierungsschichtbereich (30) einen an den Oberflächenbereich (20a) des Halbleitermaterialbereichs (20) tretenden pn-Übergang bedeckt;
- 1.6 wobei der Passivierungsschichtbereich (30) von einer gegenüber Sauerstoffradikalen chemisch inerten und ätzresistenten Deckschicht (30-2) in Form einer wasserstoffhaltigen und mit Silizium dotierten amorphen Kohlenstoffschicht ausgebildet ist.“

Der ebenfalls in der mündlichen Verhandlung überreichte Anspruch 1 des Hilfsantrags ist gegenüber dem des Anspruch 1 des Hauptantrags durch das weitere an das Ende des Anspruchs gesetzte Merkmal

- 1.7 „und wobei die Deckschicht (30-2) mit einer Dotierstoffkonzentration an Silizium zwischen 1 Atom-% und 10 Atom-% ausgebildet ist.“

weiter eingeschränkt.

Hinsichtlich der jeweils untergeordneten Ansprüche 2 bis 6 nach Hauptantrag und 2 und 3 nach Hilfsantrag sowie der weiteren Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

II.

Die zulässige Beschwerde der Anmelderin erweist sich nach dem Ergebnis der mündlichen Verhandlung vom 3. Juni 2014 als nicht begründet, weil sowohl der Gegenstand des Anspruchs 1 des Hauptantrags als auch der Gegenstand des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag gegenüber dem nachgewiesenen Stand der Technik auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns beruhen (§ 4 PatG) und damit nicht patentfähig sind.

Bei dieser Sachlage kann die Erörterung der Zulässigkeit der Ansprüche genauso dahingestellt bleiben wie die Erörterung der Ausführbarkeit ihrer Lehren (*vgl. GRUR 1991, 120, 121, II.1 – „Elastische Bandage“*).

Als zuständiger Fachmann ist hier, wie von der Anmelderin angegeben (*Vgl. S. 2, 1. Abs. des Schriftsatzes vom 8. März 2013*), ein in der Halbleiterindustrie tätiger, mit der Entwicklung von Halbleiterbauelementen betrauter und entsprechend berufserfahrener Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik oder Diplom-Physiker mit Hochschulabschluss zu definieren. Darüber hinaus handelt es sich um einen Fachmann, der in erster Linie mit der Entwicklung von Leistungshalbleiterbauelementen betraut ist und zudem über gute chemische Kenntnisse bezüglich Schutzschichten verfügt.

1. Die Erfindung betrifft eine Hochvolt-Leistungsbaulementanordnung. Sie betrifft dabei insbesondere auch für solche Baulementanordnungen verwendete elektrochemisch resistente Oberflächenpassivierungen (*Vgl. S. 1, Z. 6 bis 11 der geltenden Beschreibung*).

Bei der Konzipierung moderner Halbleiterbauelemente und moderner Halbleiterbauelementanordnungen sind die Aspekte der funktionellen und strukturellen Langzeitstabilität von erheblicher Bedeutung. Zur Einstellung langzeitstabiler Potenzialverhältnisse bei in einem Halbleitermaterialbereich ausgebildeten Halblei-

terbauelementen oder Halbleiterbauelementeanordnungen wird daher in einem Randbereich der Anordnung und mithin in einem Randbereich des zugrunde liegenden Halbleitermaterialbereichs eine Passivierung ausgebildet, die auch als Passivierungsschichtbereich bezeichnet wird. Dieser Passivierungsschichtbereich im Randbereich des zugrunde liegenden Halbleitermaterialbereichs dient dazu, eine gewünschte Feldverteilung am Rande der Halbleiterbauelementeanordnung zu realisieren, um z.B. verfrühte elektrische Durchbrüche im zugrunde liegenden Halbleitermaterialbereich, beispielsweise aufgrund einer Avalanchemultiplikation oder aufgrund dielektrischer Durchbrüche zu verhindern.

Besonderes Augenmerk wird dabei sowohl bei der Konzipierung als auch bei der eigentlichen Herstellung und Verwendung von Halbleiterbauelementeanordnungen auf den jeweiligen Passivierungsschichtbereich gelegt. Insbesondere bei robusten Betriebs- oder auch Herstellungsbedingungen kann jedoch der zwingend erforderliche Passivierungsschichtbereich durch materielle Umwelteinflüsse, z.B. durch eine vorgesehene Atmosphäre oder dergleichen aufgrund damit einhergehender chemischer und/oder physikalischer Umsetzungen hinsichtlich seiner Passivierungseigenschaften für den Betrieb und für die Struktur nachteiligen Änderungen ausgesetzt sein. So kann er beispielsweise durch Luftsauerstoff und die darin enthaltenen Sauerstoffradikale oxidiert werden (*Vgl. S. 1, Z. 13 bis S. 2, Z. 5 der geltenden Beschreibung*).

Zur Erzielung von langzeitstabilen Potentialverhältnissen an der Oberfläche eines Halbleiterbauelements muss eine geeignete Passivierungsschicht im Randbereich aufgebracht werden. Je nach Technologie unterscheidet man mesaförmig oder planar ausgeführte Randabschlüsse. Diese haben primär die Aufgabe, die elektrische Feldstärke im Randbereich des Bauelementes, wo der pn-Übergang an die Oberfläche tritt, so abzubauen, dass es zu einer moderaten Feldverteilung unter Sperrbelastung kommt. Ein besonderes Augenmerk wird bereits bei der Konzeptionierung des Randabschlusses im Simulator darauf gelegt, die Feldverteilung so zu optimieren, dass diese nicht zu einem verfrühten Durchbruch im Halbleiterkör-

per durch Avalanchemultiplikation oder zum dielektrischen Durchbruch in der Passivierungsschicht führt. Allerdings können Fremdladungen beim aufgebauten Chip das Sperrverhalten des Bauelements empfindlich stören (*Vgl. S. 8, Z. 33 bis S. 9, Z. 12 der geltenden Beschreibung*).

Die Aufgabe der Passivierungsschicht ist es, die Halbleiteroberfläche gegenüber solchen Störladungen möglichst gut zu schützen. Für die Passivierung werden häufig Schichten aus dielektrischem Material (Isolatoren) wie beispielsweise Siliziumoxid und Siliziumnitrid oder bzw. in Kombination mit Polyimid oder Siliconvergussmassen verwendet. Isolierende Schichten haben allerdings den Nachteil, dass sie ohne aufwändige Zusatzmaßnahmen, wie etwa Feldplatten in der Randkonstruktion, die Potentialverteilung aufgrund des elektrischen Durchgriffs durch die Influenzwirkung der Oberflächenladung nur bedingt schützen können (*Vgl. S. 9, Z. 14 bis 26 der geltenden Beschreibung*).

Alternativ werden deshalb auch semiisolierende Schichten als Passivierungsschichten auf der Halbleiteroberfläche eingesetzt. Diese bestehen beispielsweise aus amorphem Silizium oder aus amorphem Kohlenstoff, wobei eine elektronische Zustandsdichte von etwa $10^{19} \text{ cm}^{-3} \text{ eV}^{-1}$ gefordert wird. Im Zusammenhang mit der Abschirm- oder Debyelänge ergibt sich dann eine Abschätzung für die mindestens erforderliche Schichtdicke im Bereich von etwa 5 nm (*Vgl. S. 9, Z. 28 bis 35 der geltenden Beschreibung*).

Die semiisolierenden Schichten haben gegenüber den isolierenden Schichten den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer Morphologie eine hohe Dichte von umladbaren Zuständen besitzen, die zur Abschirmung von Fremdladungen genutzt werden kann. Letztere sind in der Regel beim montierten Chip immer vorhanden, entweder in Form von durch den Herstellprozess vorhandenen oder durch eindringende Feuchtigkeit bzw. alkalische Kontamination in der Vergussmasse verursachte Ionenladungen (*Vgl. S. 10, Z. 1 bis 8 der geltenden Beschreibung*).

Insbesondere eine semiisolierende Passivierung aus einer amorphen, wasserstoffhaltigen Kohlenstoffschicht (aC:H), wie sie beispielsweise aus einer Hochfrequenzplasmaabscheidung (PECVD) eines Precursors aus gasförmigem Kohlenwasserstoff resultiert, ist hier von Vorteil, da diese Schicht eine sehr hohe Dichte von umladbaren Zuständen aufweist. Diese kann beispielsweise in Elektronenspinresonanzmessungen bestimmt werden. Eine hohe Zustandsdichte in der Passivierungsschicht kann aktiv Störladungen abschirmen und damit eine ausgezeichnete Sperrstabilität garantieren (*Vgl. S. 10, Z. 10 bis 20 der geltenden Beschreibung*).

Für die Abschirmfähigkeit der semiisolierenden Schicht ist die Zustandsdichte am Fermi-niveau, gemessen in $\text{cm}^{-3} \text{eV}^{-1}$, entscheidend. Diese ist direkt mit der Abschirmlänge, auch Debyelänge L_D genannt, über die folgende Beziehung verknüpft, nämlich gemäß

$$L_D = \sqrt{\frac{\epsilon_r \epsilon_0}{q^2 N_F}}$$

mit den Bezeichnungen:

- ϵ_r = relative Dielektrizitätskonstante,
- ϵ_0 = elektrische Feldkonstante,
- N_F = Zustandsdichte am Fermi-niveau und
- q = Elementarladung.

Weiterhin zeichnen sich solche aC:H-Schichten durch eine hohe Widerstandsfähigkeit, die sich in einer hohen mechanischen Härte und Abriebfestigkeit zeigt, sowie durch eine chemische Beständigkeit selbst gegenüber konzentrierten Säuren und Laugen und eine exzellente Sperrwirkung gegenüber Feuchtigkeit aus. Aus diesem Grund sind sie auch wiederum nur über einen Plasmaprozess strukturierbar (*Vgl. S. 10, Z. 22 bis S. 11, Z. 9 der geltenden Beschreibung*).

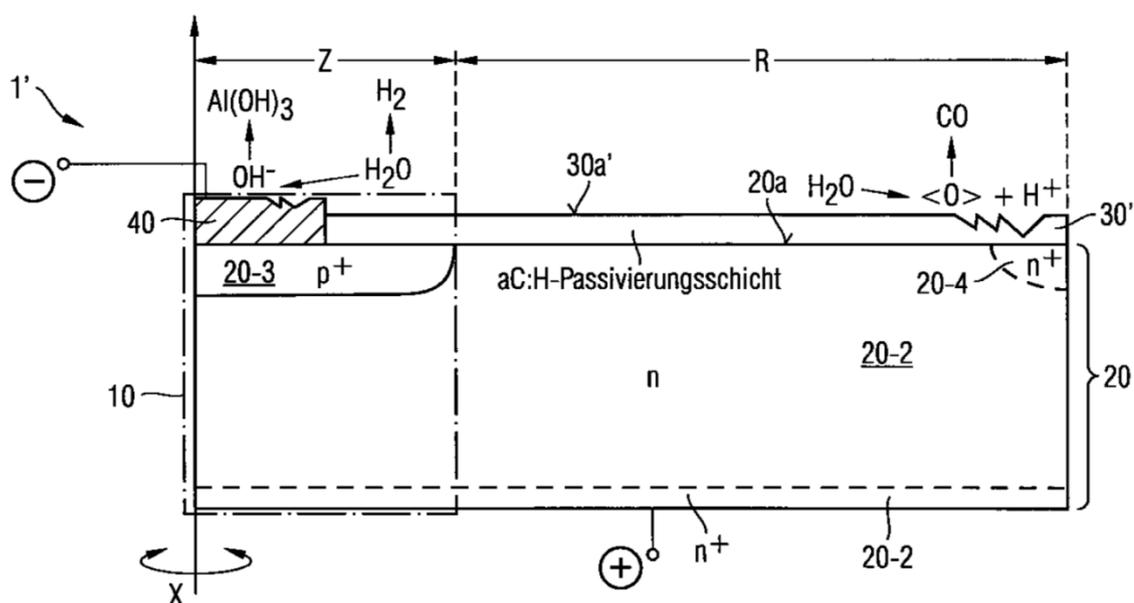
Aufgrund ihrer diamantartigen Eigenschaften werden aC:H-Schichten auch synonym als DLC-Schichten (DLC = Diamondlike Carbon) bezeichnet. Zum Ätzen der Schichten wird in der Regel ein Sauerstoffplasma verwendet, bei dem die Ionen - wie bei der Abscheidung - noch eine zusätzliche Beschleunigung aufgrund einer sich einstellenden Gleichspannung erfahren. Nur so lassen sich Ätzraten erzielen, die in der Größenordnung der Abscheiderate liegen. Die Gleichspannung unterstützt und beschleunigt hierbei den Ätzprozess aufgrund der zusätzlichen kinetischen Energie der Sauerstoffradikale, ist aber für die Reaktion als solche nicht zwingend erforderlich. Die Existenz von Sauerstoffradikalen kann bereits zur Korrosion führen. Molekularer Sauerstoff, der ebenfalls radikalischen Charakter hat, reicht bei harten DLC-Filmen hierfür zur Oxidation allerdings nicht aus. (*Vgl. S. 11, Z. 11 bis 29 der geltenden Beschreibung*).

Um die Langzeitzuverlässigkeit der Halbleiterbauelemente unter Betriebsbedingungen abzusichern, werden in einem „Zeitrafferexperiment“ Extrembelastungen nachgestellt. Dazu gehört z.B. ein Test, bei dem das Bauelement unter hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Temperatur bei anliegender Sperrspannung gelagert wird (so genannter H3TRB-Test = High Humidity, Temperature and Reverse Bias) (*Vgl. S. 11, Z. 31 bis S. 12, Z. 2 der geltenden Beschreibung*).

Wie weit die Feuchtigkeit an den Prüfling gelangen kann, hängt sehr stark von der Aufbauweise ab. Bei einer hermetisch gekapselten Bauform, wie sie z.B. in der Bipolartechnik bei Scheibenzellenbauelementen üblich ist, erübrigt sich ein solcher Test, da sich die Bauelemente während des Betriebes in einem verschweißten und mit Inertgas gefülltem Metall-Keramikgehäuse befinden. Bei einer offeneren Bauform wie z.B. der eines TO220-Gehäuses oder eines IGBT-Moduls kann das Eindringen von Feuchtigkeit allerdings nicht ausgeschlossen werden, und die Situation kann, da die Vergussmasse keine wirksame Barriere darstellt, unter Betriebsbedingungen durchaus anders aussehen. Insbesondere betroffen sind natürlich Sensorbauelemente, da diese direkt der Umgebungsatmosphäre ausgesetzt sind (Feuchtesensoren, Drucksensoren usw.). In entsprechenden Zuverlässig-

keitstests ergibt sich unter der Einwirkung von Feuchtigkeit bei gleichzeitig anliegender Sperrspannung eine Belastungssituation, die dem oben genannten Korrosionsphänomen bei Anwesenheit von Sauerstoffradikalen ähnelt (Vgl. S. 12, Z. 4 bis 25 der geltenden Beschreibung).

Die Situation ist schematisch in der folgenden Figur 1 der Anmeldung wiedergegeben:

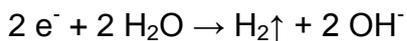
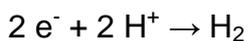
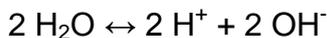


Als Beispiel dient eine Hochvoltodiode, deren Basiszone schwach n-dotiert ist und in die eine p⁺-Wanne als p-Emitter eindiffundiert ist. Der n-Emitter befindet sich auf der Chiprückseite. Der Randabschluss ist im dargestellten Bild planar ausgeführt. Er kann aber ebenso mesaförmig durch einen Graben oder Schrägschliff durch einen eben verlaufenden und seitlich an der Chipkante austretenden p⁺n-Übergang ausgeführt sein (Vgl. Fig. 1 und S. 12, Z. 27 bis 34 der geltenden Beschreibung).

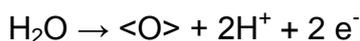
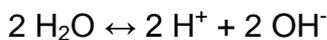
Entscheidend ist, dass der pn-Übergang mit einer DLC-Schicht bedeckt ist, die sich vom p⁺-Gebiet ausgehend so weit in das schwach dotierte Basisgebiet erstreckt, bis das elektrische Feld unter der anliegenden Sperrspannung abgeklungen ist. Da üblicherweise ein Kanalstopper vorgesehen wird, heißt das konkret, dass die aC:H-Schicht im p⁺-Gebiet beginnt und auf dem Kanalstopper endet. Dazwischen können natürlich zusätzliche Elemente zum lateralen Feldabbau wie Feldbegrenzungsringe oder eine zusätzliche schwach p-dotierte Zone (z.B. RESURF, VLD) vorhanden sein, die in der Figur der Einfachheit halber nicht dargestellt sind (*Vgl. S. 13, Z. 1 bis 11 der geltenden Beschreibung*).

Unter Sperrbelastung liegt am p⁺-Emitter negatives und am Kanalstopper positives Potential an. Kommt nun Feuchtigkeit und etwas salzartige Kontamination, wie beispielsweise Alkali-Ionen, hinzu, so bilden diese zusammen einen Elektrolyten und die gesamte Anordnung entspricht einer galvanischen Zelle, in der die folgende elektrochemische Reaktion abläuft:

Kathode (Minuspol, p⁺-Wanne):



Anode (Pluspol, Kanalstopper):



Dies bedeutet, dass eine Elektrolyse von Wasser erfolgt, wobei der Sauerstoff zunächst als atomarer Sauerstoff, sogenannter naszierender Sauerstoff auftritt. Wenn der naszierende Sauerstoff keinen Reaktionspartner findet und nicht ver-

braucht wird, würde die ganze elektrochemische Reaktion auf die reine Elektrolyse von Wasser hinauslaufen, wobei die Kathode in alkalischer Umgebung Wasserstoff und die Anode in saurer Umgebung Sauerstoff freisetzen würde. Im Gesamtsystem würden sich die unterschiedlichen pH-Werte in einer wässrigen Lösung weitgehend neutralisieren (*Vgl. S. 13, Z. 13 bis S. 14, Z. 5 der geltenden Beschreibung*).

Da die aC:H-Schicht aber zumindest teilweise durch die freiwerdenden Sauerstoffradikale angegriffen werden kann, beinhaltet die Reaktionskette eine anodische Oxidation der Kohlenstoffschicht in der Umgebung des Kanalstoppers, die zur Abspaltung von CO oder CO₂ und damit letztlich zu Korrosionseffekten an der Passivierungsschicht führt. Andererseits kann durch die Entstehung der OH⁻-Ionen das Kontaktmetall auf dem p⁺-Gebiet, zumindest wenn hier, wie oft üblich, Aluminium verwendet wird, und sogar das Silizium selbst angegriffen werden (Entstehung von Ätzgruben wie beispielsweise bei einer KOH-Ätzung). Wie schnell die Reaktion abläuft, hängt von der Höhe des parasitären Sperrstroms ab, der aufgrund der elektrochemischen Reaktion fließt (*Vgl. S. 14, Z. 7 bis 20 der geltenden Beschreibung*).

Es ist nun einerseits erwünscht, die abschirmende Wirkung der DLC-Schicht zur Langzeitstabilisierung der Potentialverhältnisse an der Halbleiteroberfläche auch weiterhin zu nutzen und andererseits besteht die Notwendigkeit, den stabilen Betrieb auch unter dem Einfluss der Umgebungsatmosphäre bei nicht hermetisch geschlossenen Gehäusen sicherzustellen (*Vgl. S. 14, Z. 22 bis 27 der geltenden Beschreibung*).

Hiervon ausgehend liegt der Anmeldung als technisches Problem die Aufgabe zugrunde, die DLC-Schicht auf einer Hochvolt-Leistungsbauelementanordnung so zu härten, dass sie gegenüber einer anodischen Oxidation resistent gemacht wird (*Vgl. S. 14, Z. 29 bis 34 der geltenden Beschreibung*).

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände des Anspruchs 1 sowohl des Hauptantrags als auch des Hilfsantrags gelöst.

Das Wesentliche der in diesen Ansprüchen beanspruchten Hochvolt-Leistungsbaulementeanordnungen besteht darin, dass sich eine Passivierungsschicht auf der Oberfläche eines Halbleitermaterials befindet, in dem in einem zentralen Bereich die Halbleiterbaulemente ausgebildet sind, welche in der Lage ist, eine gewünschte Feldverteilung am Rand der Halbleiterbaulementeanordnung zu realisieren. Die Passivierungsschicht steht dabei in einem Randbereich in direktem Kontakt mit der Oberfläche des Halbleitermaterials und bedeckt außerdem einen an die Oberfläche des Halbleitermaterials tretenden pn-Übergang. Sie besteht aus wasserstoffhaltigem und mit Silizium dotiertem amorphen Kohlenstoff und ist gegenüber Sauerstoffradikalen und damit den geschilderten elektrochemischen Vorgängen inert.

In Anspruch 1 des Hilfsantrags wird das Material der Passivierungsschicht noch weiter charakterisiert, indem für die Dotierstoffkonzentration des Siliziums ein Bereich von 1 Atom-% bis 10 Atom-% angegeben wird.

2. Die Gegenstände der geltenden Ansprüche 1 nach Haupt- und Hilfsantrag ergeben sich für den Fachmann in naheliegender Weise aus der Zusammenschau der Lehren der Druckschriften D5 und D1, so dass sie auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns (§ 4 PatG) beruhen und somit nicht patentfähig sind.

2.1 So offenbart die Druckschrift D5 in Übereinstimmung mit dem Wortlaut des Anspruchs 1 des Hauptantrags eine

2.1 „Hochvolt-Leistungsbaulementeanordnung (Vgl. Sp. 1, Z. 3 bis 6: „Die Erfindung beschreibt eine schnelle Leistungsdiode für hohe Sperrspannungen nach den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 und gibt ein Verfahren zur Passivierung eines solchen Halbleiterbaulementes an.“),

2.2 bei welcher ein Halbleitermaterialbereich (*Wafer Grundkörper 1 mit Anodenzone 2 und Potentialringen 3; siehe Fig. 4 i.V.m. Sp. 7, Z. 9 bis 12: Fig. 4 zeigt einen Teilausschnitt der erzeugten erfinderischen Randstruktur. Dargestellt ist die Oberflächenstruktur einer schnellen Leistungsdiode in dem Bereich des Überganges der Anodenzone (2) zu den Potentialringen (3).*“) mit einem Oberflächenbereich (*Siehe die Oberfläche des Halbleiterkörpers in Fig. 4*) ausgebildet ist,

2.3 bei welcher in einem Zentralbereich des Halbleitermaterialbereichs eine Anordnung eines oder mehrerer Halbleiterbauelemente ausgebildet ist (*Vgl. die zitierte Stelle Sp. 7, Z. 9 bis 12*), und

2.4 bei welcher in einem Randbereich des Halbleitermaterialbereichs auf dessen Oberflächenbereich und in direktem Kontakt hiermit ein Passivierungsschichtbereich (*a-C:H-Schicht 5*) ausgebildet ist (*Siehe Fig. 4*), um als Randabschluss eine gewünschte Feldverteilung am Rande der Halbleiterbauelementeanordnung zu realisieren (*Vgl. Sp. 2, Z. 18 bis 24: „Sowohl die geometrisch geformten als auch die planaren Randkonturen von Halbleiterkörpern müssen mit einer isolierenden oder semiisolierenden Schutzschicht zum Erreichen der Sperrfähigkeit und zum Schutz vor negativen Umgebungseinflüssen versehen werden. Dabei sind sowohl die Vorbehandlung des Wafers als auch die Eigenschaften dieser Passivierungsschicht kritisch.“ und Sp. 3, Z. 55 bis 64: „a-C:H-Schichten weisen eine große Zahl umladbarer Zustände in der Bandlücke auf. Bei Vorhandensein einer durch eine Verunreinigung verursachte Ladung bildet sich in der a-C:H-Schicht eine Gegenladung. Diese Gegenladungen können auch in der Randkontur auftretende Feldspitzen reduzieren. Daher werden a-C:H-Schichten auch als elektroaktive Passivierung bezeichnet, sie lassen damit eine hohe Zuverlässigkeit bei Gleichspannungsbelastung, eine hohe Sperrspannung sowie auch eine hohe Ausbeute im Herstellprozeß erwarten.“*); und

2.5 wobei der Passivierungsschichtbereich (5) einen an den Oberflächenbereich des Halbleitermaterialbereichs tretenden pn-Übergang bedeckt (*Siehe Fig. 4, wo*

die a-C:H-Schicht 5 den Übergang zwischen Anode 2 und Wafergrundkörper 1 überdeckt; vgl. auch Sp. 5, Z. 5 bis 14: „Fig. 1 skizziert die Randstruktur eines Chips nach dem Stand der Technik. Es ist die Planarstruktur mit den Feldringen in nicht maßstabsgerechter Darstellung eines Ausschnittes des Chipquerschnittes, wie sie dem Stand der Technik entspricht, gezeichnet. Dargestellt ist der dotierte Halbleiterkörper (1) mit der durch Diffusion erzeugten p-Zone (2), der Anode. Die Feldringe (3) sind teilweise angedeutet. Die Dotierung der Feldringe (3) besitzt an der Oberfläche, am Übergang zu der Passivierungsschicht (5), eine Konzentration von 10^{18} Atome pro cm^{-3} .“);

2.6' wobei der Passivierungsschichtbereich (5) von einer Deckschicht in Form einer wasserstoffhaltigen amorphen Kohlenstoffschicht ausgebildet ist (Vgl. beispielsweise Patentanspruch 1: „...daß die Potentialringstruktur (3) mit einer a-C:H-Schicht (5) passiviert worden ist.“ oder Sp. 7, Z. 14, 15: „Die geometrische Lage der a-C:H-Schicht (5) über der Anodenzone ist dargestellt.“ sowie zur Definition des Begriffs a-C:H Sp. 3, Z. 38 bis 44: „Die Herstellung von Schichten aus amorphem, hydriertem Kohlenstoff (a-C:H) durch Abscheidung aus einem Kohlenwasserstoff Plasma wird erstmals von Holland und Ohja in der Zeitschrift Thin Film Solids 38, L17 (1 976) beschrieben. Die Passivierung "a-C:H" besteht aus Kohlenstoff in einer Mischung aus einem sp^2 - und sp^3 -Hybrid, sowie aus mit Wasserstoff gesättigten Bindungen.“).

Die Hochvolt-Leistungsbauelementeanordnung nach Anspruch 1 des Hauptantrags unterscheidet sich demnach vom in Druckschrift D5 offenbarten Gegenstand dadurch, dass die wasserstoffhaltige amorphe Kohlenstoffschicht mit Silizium dotiert ist, was sie ätzresistent und gegenüber Sauerstoffradikalen chemisch inert macht.

Dieser Unterschied beruht aber auf keiner erfinderischen Tätigkeit des Fachmanns. So ist aus Druckschrift D5 bekannt, dass ein Erhitzen der a-C:H-Schicht dazu führt, dass ein Teil der sp^3 Bindungen zu sp^2 Bindungen umgewandelt wird,

was dazu führt, dass die Leitfähigkeit der Schicht zunimmt (Vgl. Sp. 3, Z. 65 bis Sp. 4, Z. 3: „Vorgenannte Arbeiten zeigen leider auch auf, daß bei anschließender Temperung der a-C:H-Schichten eine partielle "Graphitisierung" ab einer Temperatur von 300°C einsetzt, deren prozentualer Anteil mit der Temperaturerhöhung zunimmt. Dabei werden sp^3 - zu sp^2 -Bindungen (Graphit-Bindungen) umgewandelt, wodurch diese Schicht ihre Eigenschaft als Isolator verliert.“). Dies kann durch Dotieren der a-C:H-Schichten mit beispielsweise Bor oder Sauerstoff verhindert werden, was aber zu einem relativ aufwändigen und damit auch teuren Herstellungsprozess führt (Vgl. Sp. 4, Z. 14 bis 23: „Bekanntes Verfahren nach dem Stand der Technik gestalten die a-C:H-Schicht mit Dotierungen. Bei Verwendung von Bordotanten erfordert dies eine Zuführung von Gasen wie Diboran oder anderen Bor enthaltenden Verbindungen im Plasma-Prozeß, was verfahrenstechnisch Unsicherheiten verursacht und einen erheblichen technischen Aufwand erfordert. Bei Verwendung von Sauerstoff enthaltenden Kohlenwasserstoffverbindungen ist ebenfalls aufgrund der explosiven Eigenschaften ein erheblicher technischer und technologischer Aufwand erforderlich.“).

Damit lehrt Druckschrift D5 bereits, dass das Problem der Graphitisierung im Prinzip durch eine Dotierung gelöst werden kann, stellt sich jedoch die Aufgabe, diese Graphitisierung auch ohne Dotierung möglichst gering zu halten (Vgl. Sp. 4, Z. 31 bis 43: „Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine schnelle Leistungsdiode mit einer a-C:H-Schicht auf einer Planarstruktur vorzustellen, wobei die a-C:H-Schicht und ihre Anordnung so beschaffen sein soll, daß sie in ihrer Strukturierung und Formgestaltung kompatibel zu den Bearbeitungsstufen der übrigen planaren Strukturierung im Waferverbund ist, daß keine Dotierung dieser Schicht erforderlich ist, daß eine anschließende Temperaturbehandlung dieser Schicht bis zu 440°C zum Erzielen einer lötfähigen Matallisierung möglich ist und daß sie in gleicher Weise zu den Methoden der Einstellung der Trägerlebensdauer durch Bestrahlen mit Elektronen, Protonen oder Helium Ionen mit dem sich anschließenden Tempern kompatibel ist.“). Druckschrift D5 lehrt weiter, wie eine Graphitisierung durch die Wahl eines geeigneten Prozessfensters bei der Herstellung der Schicht

zumindeszt zum Teil vermieden werden kann (Vgl. Sp. 4, Z. 49 bis 55: „Es wurde ein technologisches Prozeßfenster gefunden, bei dem die a-C:H-Schicht auf einem Wafer mit Planarstruktur auch in den Folgeprozessen mit Temperaturen >300°C bis hin zu 440°C ausgesetzt werden kann, wodurch zwar die Leitfähigkeit der a-C:H-Schicht zunimmt, aber ihre hervorragenden Eigenschaften bezüglich der Zuverlässigkeit unter Gleichspannungsbelastung erhalten bleiben.“). Das Ergebnis ist nach ihren Angaben trotz einer Erhöhung des Sperrstroms beim zur Herstellung der Kontakte notwendigen Erhitzen bei vorgegebenen Einsatzgebieten des Bauelements akzeptabel (Vgl. Sp. 6, Z. 39 bis 55, insbesondere Z. 53 bis 55: „Der Sperrstrom ist stabil und liegt noch in einem Bereich, in dem er für die Verlustleistung bei vorgegebenen Einsatzgebieten akzeptabel ist.“).

Der Fachmann entnimmt der Druckschrift D5 demnach, dass es möglich ist, ein Hochvolt-Leistungsbaulement ohne Dotierung der a-C:H-Schicht herzustellen, das für viele Anwendungszwecke geeignet ist, jedoch keine optimalen Eigenschaften aufweist, da sein Sperrstrom beim Tempern erhöht wird, so dass es einen im Vergleich zu einem Hochvolt-Leistungsbaulement mit dotierter a-C:H-Schutzschicht höheren Sperrstrom aufweist. Er entnimmt der Druckschrift D5 demnach auch, dass er, wenn in einer Anwendung ein Hochvolt-Leistungsbaulement mit besonders geringem Sperrstrom benötigt wird, auf ein in der Herstellung aufwändigeres und damit teureres Bauelement mit dotierter a-C:H-Schutzschicht zurückgreifen muss.

Druckschrift D1 beschreibt eine gegenüber der Dotierung mit Bor oder Sauerstoff weitere Möglichkeit, wie die die Leitfähigkeit verursachenden sp^2 Bindungen weiter verhindert werden können, nämlich durch die Dotierung mit Si (Vgl. S. 1074, rechte Sp., letzter Abs.: „In particular the incorporation of Si into a-C:H films stabilises the sp^3 bonding, reduces the stress, makes the friction coefficient independent of the relative humidity, improves adhesion to metal substrates, and increases the thermal stability and optical gap...“). Dabei wird auch darauf hingewiesen, dass auch die thermische Stabilität durch die Dotierung mit Silizium verbessert wird.

Zudem geht aus Druckschrift D1 auch hervor, dass auch die elektrochemischen Eigenschaften durch die Siliziumdotierung gegenüber einer undotierten a-C:H-Schicht verbessert werden (*Vgl. Table 3, insbesondere auch die Werte für R_{ct} , sowie S. 1078, linke Sp., Ende des 2. Abs.: „Therefore, R_{ct} is a measure of the rate of electrochemical reactions occurring at the substrate interface. A high R_{ct} value implies a slow corrosion rate, and hence good anti-corrosion properties.*“).

Auch in Druckschrift D5 werden elektrochemische Prozesse bereits angesprochen (*Vgl. Sp. 2, Z. 55 bis 65: „Als Ursache dieses Sperrstromanstiegs werden langsam bewegliche Ladungsträger angenommen, die unter den hohen elektrischen Feldern und der langen Testzeit ihre Position verändern, was schließlich zu einem Verlust der Sperrfähigkeit des Halbleiterbauelements führt, bzw. führen kann. Diese beweglichen Ladungen (insbesondere Alkaliionen), vornehmlich Verunreinigungen der Luft, der Reaktionsbecken und der verwendeten Einrichtungen im Herstellungsprozeß, können durch technologischen Aufwand reduziert, aber kaum vollständig beseitigt werden.“*), wenn auch nur in Zusammenhang mit SiO₂ als Schutzschicht.

Da der Fachmann ausgehend von Druckschrift D5 bemüht ist, die a-C:H-Schicht bezüglich des Einflusses von Erwärmungen und der Wirksamkeit gegenüber elektrochemischen Prozessen zu verbessern, wird er sie wie in Druckschrift D1 angegeben mit Silizium dotieren, um so die in der Druckschrift D1 beschriebenen Vorteile, insbesondere die verbesserte thermische Stabilität, zu erhalten. Dabei erlangt er auch die in Anspruch 1 beanspruchte Ätzresistenz und Inertheit gegenüber Sauerstoffradikalen. Er kommt somit, ohne erfinderisch tätig zu werden, zum Gegenstand des Anspruchs 1 des Hauptantrags, der deshalb nicht patentfähig ist.

Dabei spielt es keine Rolle, dass der Beweggrund für die Zusammenschau der Lehren der Druckschriften D5 und D1 für den Fachmann in erster Linie in der Erhöhung der Temperaturstabilität der a-C:H-Schichten liegt und nicht in der nach der vorliegenden Anmeldung gestellten Aufgabe, die Resistenz gegenüber Sauer-

stoffradikalen aus elektrochemischen Prozessen zu erhöhen. Denn als Ergebnis erhält der Fachmann einen Gegenstand, der alle Merkmale des geltenden Anspruchs 1 des Hauptantrags aufweist und somit gemäß der Lehre der vorliegenden Anmeldung gleichzeitig auch die in dieser gestellte Aufgabe löst. Die Lösung der gestellten Aufgabe stellt somit in diesem Fall einen „Bonuseffekt“ dar, der eine erfinderische Tätigkeit nicht begründen kann (Vgl. *Schulte*, „*Patentgesetz*“, 9. Auflage § 4 Rdn. 158, *BGH GRUR* 2003, 317 – „*Kosmetisches Sonnenschutzmittel (I)*“, *BGH GRUR* 2009, 936, Nr. 22 – „*Heizer*“).

2.2 Auch das weitere Merkmal 1.7 des Anspruchs 1 des Hilfsantrags ist nicht geeignet, eine erfinderische Tätigkeit zu begründen, denn gemäß der Druckschrift D1 wurden a-C:H-Schichten mit einer Si-Dotierstoffkonzentration im Bereich von 3,6 bis 16,4 Atom-% und damit auch im beanspruchten Bereich von 1 bis 10 Atom-% untersucht. Dabei zeigt sich, dass die Eigenschaften der mit Silizium dotierten a-C:H-Schicht sich zwar gegenüber einer undotierten a-C:H-Schicht durch eine Si-Dotierung mit 3,6 Atom-% oder mehr deutlich ändern, eine weitere Erhöhung über 3,6 Atom-% hinaus jedoch nur noch zu vergleichsweise kleinen Änderungen führt (Vgl. *Table 3*).

Dennoch gibt Druckschrift D1 an, dass eine Siliziumkonzentration von mehr als 11,8 Atom-%, welche außerhalb des in Anspruch 1 des Hilfsantrags beanspruchten Bereichs liegt, nötig sei, damit die Schicht unversehrt bleibe (Vgl. *S. 1080, 3. Abs.:* „*The introduction of Si into the DLC led to significant improvements in the corrosion resistance of DLC, as revealed by an increase in the charge transfer resistance and a reduction in the anodic current of the polarisation curves. Films with a thickness of 20 nm remained intact after the polarization scan when the Si concentration was increased above 11.8 at%.*“). Dieser scheinbare Widerspruch zur oben dargelegten Lehre der Druckschrift D1 liegt aber in der Dicke der Schichten begründet, denn *Tabelle 3* wurde für Schichten mit einer Dicke von 100 nm erstellt (Vgl. *die Überschrift von Table 3: Electrochemical parameters for a series of Si-DLC films, 100 nm thick calculated from the impedance data of Fig. 3*“), wäh-

rend sich die Aussage, dass eine Siliziumkonzentration von mehr als 11,8 Atom-% notwendig sei, auf eine Schichtdicke von 20 nm bezieht, wo die Schicht bei niedrigen Siliziumkonzentrationen noch durch die Schicht hindurchgehende Poren („Pinholes“) aufweist (Vgl. S. 1080, 3. Abs.: *„The improvements in corrosion resistance are related to the formation of passivation layer, which fills the pores present in the films.“*).

In Druckschrift D5 beträgt die Schichtdicke der a-C:H-Schicht 120 nm bis 240 nm (Vgl. Sp. 7, Z. 18 bis 20: *„Gegenüber Halbleiterbauelementen mit einer passivierenden Planarschicht aus Siliziumdioxid ist die erfinderische a-C:H-Schicht mit 120 nm bis 240 nm relativ dünn.“*). Der Fachmann wird auf Grund der Lehre der Druckschrift D1 erkennen, dass er ausgehend von Druckschrift D5 und der dort angegebenen Schichtdicke von 120 nm bis 240 nm nicht auf Siliziumkonzentrationen von mehr als 11,8 Atom-% eingeschränkt ist, sondern auch niedrigere Konzentrationen verwenden kann. Er wird somit die Konzentration in dem vollen in Druckschrift D1 angegebenen Konzentrationsbereich von 3,6 bis 16,4 Atom-% optimieren und damit in naheliegender Weise zum Gegenstand des Anspruchs 1 des Hilfsantrags kommen. Damit ist auch dieser Gegenstand nicht patentfähig.

3. Die den Ansprüchen 1 des Haupt- und des Hilfsantrags untergeordneten Ansprüche 2 bis 6 bzw. 2 und 3 fallen auf Grund der Antragsbindung mit dem Anspruch 1 (Vgl. BGH GRUR 2007, 862, 863, Tz 18, *„Informationsübermittlungsverfahren II“*).

4. Bei dieser Sachlage war die Beschwerde der Anmelderin zurückzuweisen.

III.

Die von der Anmelderin angeregte Rückzahlung der Beschwerdegebühr nach § 80 Abs. 3 PatG war nicht anzuordnen.

So war entgegen der Ansicht der Anmelderin der Zurückweisungsbeschluss der Prüfungsstelle vollständig begründet, da auf alle Merkmale des Anspruchs 1 des Hauptantrags im Einzelnen eingegangen wurde. Eine Stellungnahme zum selbständigen Anspruch 2 des Hauptantrags war nicht notwendig, da dieser gemeinsam mit dem Anspruch 1 des Hauptantrags fällt (Vgl. *BGH GRUR 2007, 862, 863, Tz 18*, „*Informationsübermittlungsverfahren II*“). Dabei schadet es auch nicht, wenn dieser Anspruch von der Prüfungsstelle missverständlicherweise als „nicht unabhängig“ bezeichnet wird, denn die fachkundig vertretene Anmelderin hätte erkennen müssen, dass damit nicht gemeint ist, dass Anspruch 2 von Anspruch 1 im Sinne eines abhängigen Anspruchs abhängig ist, sondern dass Anspruch 2 mit Anspruch 1 einen gemeinsamen Antrag bildet und somit sein Schicksal von dem des Anspruchs 1 abhängig ist.

Da der Senat auch sonst kein rechtsfehlerhaftes Vorgehen der Prüfungsstelle erkennen kann, gibt es keinen Grund, der eine Rückzahlung der Beschwerdegebühr aus Billigkeitsgründen rechtfertigen würde.

IV. 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

schriftlich durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten beim Bundesgerichtshof, Herrenstr. 45 a, 76133 Karlsruhe, einzureichen oder

durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten in elektronischer Form bei der elektronischen Poststelle des BGH, www.bundesgerichtshof.de/erv.html. Das elektronische Dokument ist mit einer prüfbaren qualifizierten elektronischen Signatur nach dem Signaturgesetz oder mit einer prüfbaren fortgeschrittenen elektronischen Signatur zu versehen. Die Eig-

nungsvoraussetzungen für eine Prüfung und für die Formate des elektronischen Dokuments werden auf der Internetseite des Bundesgerichtshofs www.bundesgerichtshof.de/erv.html bekannt gegeben.

Dr. Strößner

Brandt

Dr. Hoppe

Dr.Zebisch

Hu