

BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 52/99

(Aktenzeichen)

Verkündet am
12. September 2000

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend das Patent 43 25 804

...

hat der 23. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 12. September 2000 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Beyer, der Richter Dr. Meinel und Dr. Gottschalk sowie der Richterin Tronser

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Patentinhaberinnen wird der Beschluß des Deutschen Patent- und Markenamts - Patentabteilung 33 - vom 10. August 1999 aufgehoben. Das Patent 43 25 804 wird beschränkt aufrechterhalten mit folgenden Unterlagen, Patentansprüche 1 bis 6 und Beschreibung Spalten 1 bis 3 mit Einschub in der in der mündlichen Verhandlung überreichten Fassung.

Gründe

I

Auf die am 31. Juli 1993 eingegangene Patentanmeldung hat die Prüfungsstelle für Klasse H 01 L des Deutschen Patentamts das nachgesuchte Patent 43 25 804 mit der Bezeichnung "Verfahren zum Herstellen von hochohmigem Siliziumkarbid" (Streitpatent) erteilt. Die am 24. Juli 1997 veröffentlichte Patentschrift enthält 10 Ansprüche.

Nach Prüfung eines für zulässig erklärten Einspruchs hat die zuständige Patentabteilung 33 des Deutschen Patent- und Markenamts das Streitpatent mit Beschluß vom 10. August 1999 widerrufen.

In den Beschlußgründen ist ausgeführt, daß der unbestritten neue Gegenstand des erteilten Patentanspruchs 1 gegenüber dem Stand der Technik nach den von der Einsprechenden entgegengehaltenen Druckschriften

- US Patentschrift 4 853 077
- "Physical Review B", Vol. 26, No. 4, 15. August 1982, S 2250 bis 2252, und
- "Physica B", Vol. 185, 1993, S. 199 bis 206, - Veröffentlichungstag: 4. Mai 1993 -

nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhe.

Gegen diesen Widerrufs-Beschluß haben die Patentinhaberinnen Beschwerde eingelegt.

Die Einsprechende hat mit Schriftsatz vom 8. März 2000 ihren Einspruch zurückgenommen.

In der mündlichen Verhandlung haben die Patentinhaberinnen zur beschränkten Verteidigung des Streitpatents neue Patentansprüche 1 bis 6 mit angepaßter Beschreibung vorgelegt und die Auffassung vertreten, daß der Gegenstand nach dem neugefaßten Patentanspruch 1 durch den nachgewiesenen Stand der Technik, einschließlich der im Einspruchsverfahren noch genannten Druckschriften

- deutsche Offenlegungsschrift 19 56 011
- R.K. Willardson et al (Ed):
"Semiconductors and Semimetals", Vol. 19, Academic Press Inc., 1983, New York, S. 1 bis 5
- japanische Offenlegungsschrift 58-191419 mit zugehörigem JAPIO Abstract
- "Materials Science Forum", Vol. 83 - 87, 1992, S. 1183 bis 1194
- "Applied Physics Letters", Vol. 48, Nr. 17, 28. April 1986, S. 1162 bis 1164
- US Patentschrift 5 030 580 und

- "Kristall und Technik", Bd. 14, Nr. 6, 1979, S. 729 bis 740

nicht patenthindernd getroffen sei.

Die Patentinhaberinnen stellen den Antrag,

den Beschluß des Deutschen Patent- und Markenamts - Patentabteilung 33 - vom 10. August 1999 aufzuheben und das Patent 43 25 804 mit folgenden Unterlagen aufrechtzuerhalten:

Patentansprüche 1 bis 6 und Beschreibung Spalten 1 bis 3 in der in der mündlichen Verhandlung eingereichten Fassung.

Die geltenden Patentansprüche 1 bis 6 haben (nach redaktionellen Änderungen in den Ansprüchen 1, 4 und 5) folgenden Wortlaut:

"1. Verfahren zum Herstellen eines hochohmigen SiC-Substrats zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente aus einem niederohmigen n-leitenden SiC-Ausgangsmaterial, bei dem:

a) flache Donatorniveaus einer vorherrschenden Stickstoff-Verunreinigung durch Zugabe eines Dotierstoffes in Form eines dreiwertigen Elements mit flachen Akzeptorniveaus in SiC überkompensiert werden, indem dieser Dotierstoff mit einer Konzentration in das SiC eingebaut wird, welche den Leitungstyp von n- auf p-Leitung ändert,

b) als weiterer Dotierstoff das Übergangselement Vanadium, das in SiC etwa in der Mitte von dessen Bandlücke Donatorniveaus aufweist, zugegeben wird, womit die überzähligen Akzeptorniveaus wiederum kompensiert werden, so daß sich ein hoher spezifischer Widerstand des Substrats ergibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus das Element Aluminium (Al) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 bei dem die Konzentration des dreiwertigen Dotierstoffs 2 - 30 % höher gewählt wird als die Konzentration der fünfwertigen Stickstoffverunreinigung beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Konzentration des Vanadiums mindestens um den Faktor 2 höher gewählt wird als die Differenz der Konzentrationen der drei- und fünfwertigen Fremdatome.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die dreiwertigen Dotierstoffe und das Vanadium am Anfang des Produktionsprozesses zusammen zugegeben werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Dotierstoffe nacheinander zugegeben werden, wobei vor der Zugabe des letzten Dotierstoffs eine Bestimmung der Ladungsträgerkonzentration durchgeführt wird."

Wegen der weiteren Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

II

Die zulässige Beschwerde der Patentinhaberinnen - die auch nach der Rücknahme des Einspruchs, der lediglich zu einer Beendigung der Verfahrensbeteiligung der Einsprechenden geführt hat, weiter zur Entscheidung ansteht - ist begründet, denn das Streitpatent erweist sich nach dem Ergebnis der mündlichen Verhandlung in der beantragten beschränkten Fassung als rechtsbeständig.

1.) Die geltenden Patentansprüche 1 bis 6 sind zulässig.

So findet der verteidigte Patentanspruch 1 inhaltlich eine ausreichende Stütze in den erteilten Patentansprüchen 1 und 4 iVm der in Spalte 1 Zeilen 12 bis 15 und Spalte 2 Zeilen 16 bis 22 der Streitpatentschrift angegebenen speziellen Verwendung des hochohmigen SiC-Substrats zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente (vgl BGH GRUR 1991, 307 Ls, 308 Abschn III.2.a - "Bodenwalze" mwN). Die geltenden Patentansprüche 2 bis 6 entsprechen inhaltlich den erteilten Ansprüchen 3 und 5 bis 8 (in dieser Reihenfolge).

Hinsichtlich der ursprünglichen Offenbarung der Merkmale der verteidigten Patentansprüche 1 bis 6 bestehen ebenfalls keine Bedenken.

2.) Mit dem Gegenstand des verteidigten Patentanspruchs 1 soll - entsprechend der dem Streitpatent zugrundeliegenden Aufgabe (geltende Beschreibung Sp 2 Z 11 ff) - ein Verfahren zum Herstellen eines hochohmigen SiC-Substrats zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente geschaffen werden.

Wie die Patentinhaberinnen hierzu in der mündlichen Verhandlung und in der Streitpatentschrift (Sp 2 viert le Abs) dargelegt haben, besteht bei der Herstellung eines hochohmigen SiC-Substrats die Schwierigkeit, daß bei dem herkömmlichen Sublimations-Verfahren zum Herstellen von SiC nach Lely sehr viel Stickstoff als

Verunreinigung in das hexagonale Gitter des Siliziumkarbids eingebaut wird. Da Stickstoff flache Donatorniveaus in SiC besitzt, wird dadurch die Leitfähigkeit des Materials durch Elektronenabgabe in das Leitungsband stark erhöht.

Zwar ist es beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift 19 56 011 im Zusammenhang mit der Herstellung hochohmiger Siliziumkarbid-Dioden bekannt, zur Erzeugung einer hochohmigen SiC-Schicht Aluminium als dreiwertigen Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus hinzuzufügen (zB in Form von Aluminiumtriäthyl Al (C₂H₅)₃), um so die von den Stickstoffverunreinigungen in SiC herrührenden flachen Donatorniveaus leicht überzukompensieren (vgl dort S 5 (maschinenschriftliche Numerierung) fünfte Zeile bis S 6 Abs 1). Die Herstellung eines zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente geeigneten hochohmigen SiC-Substrats mit dementsprechend hohem spezifischen Widerstand ist damit aber nicht möglich.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe beruht vielmehr - wie die Patentinhaberinnen in der mündlichen Verhandlung anhand der Bandstruktur von SiC erläutert haben - auf der durch den geltenden Patentanspruch 1 gelehnten Merkmalskombination, wonach die in einem ersten Dotierungsschritt a) aus einem niederohmigen n-leitenden SiC-Ausgangsmaterial durch Überkompensation mit einem Dotierstoff in Form eines dreiwertigen Elements zunächst geschaffenen elektrisch aktiven flachen Akzeptorniveaus durch die tiefen, etwa in der Mitte der Bandlücke des hexagonalen SiCs liegenden Donatorniveaus des Vanadiums - entsprechend dem zweiten Dotierungsschritt b) - vollständig kompensiert werden. Denn für die Leitfähigkeit spielt eine Überkompensation mit Vanadium keine Rolle, da die Niveaus so tief liegen, daß sie thermisch nicht aktiviert werden können, vgl hierzu auch die geltende Beschreibung Spalte 2 vierte Abs.

Dem vorstehend erläuterten Sachverhalt entsprechend, dient der im geltenden Patentanspruch 1 angegebene Hinweis "zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente" nicht als bloße Zweckangabe, sondern

- wie die Patentinhaberinnen in der mündlichen Verhandlung bestätigt haben - als mittelbare Umschreibung der funktionellen Zurichtung des hochohmigen SiC-Substrats für diesen speziellen Verwendungszweck mit dementsprechend hohem spezifischen Widerstand (vgl hierzu BGH GRUR 1981, 259, 260 re Sp - "Heuwerbungsmaschine II").

3.) Der Gegenstand des verteidigten Anspruchs 1 des Streitpatents ist gegenüber dem entgegengehaltenen Stand der Technik unbestritten neu und beruht diesem gegenüber auch auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Keine der im Verfahren befindlichen, eingangs genannten Druckschriften gibt dem zuständigen Durchschnittsfachmann, einem mit der Herstellung hochohmiger SiC-Substrate befaßten, berufserfahrenen Diplomphysiker oder Diplomingenieur der Fachrichtung Halbleitertechnik mit Universitätsabschluß, einen Hinweis oder eine Anregung zu der im verteidigten Patentanspruch 1 gelehrt Merkmalskombination, nämlich die im ersten Dotierungsschritt geschaffenen überzähligen flachen Akzeptorniveaus in SiC durch tiefe Donatorniveaus des zugegebenen Dotierstoffs Vanadium zu kompensieren, um so ein zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente geeignetes hochohmiges SiC-Substrat mit ausreichend hohem spezifischen Widerstand zu schaffen.

Aus der im angefochtenen Beschluß als inhaltlich nächstliegend angesehenen US-Patentschrift 4 853 077 ist ein Verfahren zum Herstellen eines hochohmigen (semi-insulating) monokristallinen III-V-Halbleitermaterials durch Codotierung bekannt, bei dem ein III-V-Ausgangsmaterial vom n-Leitungstyp, beispielsweise n-InP, durch Dotierung mit einem Akzeptor, zB Cd oder Hg, in den p-Leitungstyp umdotiert und zur Kompensation der Akzeptorniveaus mit einem Übergangselement als Tiefendonator, zB Ti und/oder Cr, dotiert wird, vgl dort insbesondere Spalte 1 Zeile 42 bis Spalte 2 Zeile 14 sowie die dortigen Patentansprüche 1 bis 3.

Einen Hinweis oder eine Anregung, dieses speziell für III-V-Verbindungshalbleitermaterialien beschriebene Verfahren auf das IV-IV-Halbleitermaterial SiC zu übertragen, ist dieser Druckschrift nicht zu entnehmen, zumal dem Fachmann hieraus ein für SiC geeigneter Tiefendonator nicht bekannt ist.

Da der spezifische Widerstand des mit dem bekannten Verfahren hergestellten hochohmigen Materials für optoelektronische Bauelemente bei 400°K zwischen $3,8 \times 10^2 \Omega \text{ cm}$ und $10^4 \Omega \text{ cm}$ liegt (Sp 3 Z 9 bzw 23), gibt dieser Stand der Technik zudem noch nicht einmal einen Anhalt dafür, ob mit dem bekannten Verfahren überhaupt ein Substrat mit einem so hohen spezifischen elektrischen Widerstand herstellbar ist, wie dies zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente erforderlich ist. Denn der für einen derartigen Verwendungszweck erforderliche spezifische Widerstand liegt wesentlich höher, nämlich in der Größenordnung von $10^8 \Omega \text{ cm}$ bei 300°K, wie gutachtlich zB aus der in der Streitpatentschrift (Sp 2 Abs 2) genannten US-Patentschrift 3 344 071 im Zusammenhang mit einem diesbezüglich geeigneten GaAs-Substrat hervorgeht, vgl dort Spalte 1 Zeilen 23 bis 31 iVm Spalte 1 Zeile 52 und Anspruch 2.

Eine Anregung in Richtung der Lehre des verteidigten Anspruchs 1 erhält der Fachmann auch nicht durch die im angefochtenen Beschluß weiter genannte, den Effekt von tiefen Halbleiterniveaus auf die Trägerkonzentration im Fall starker Kompensation (strong compensation) betreffenden Literaturstelle "Physical Review B", in der die theoretischen Grundlagen zur Erzeugung eines hochohmigen Halbleitermaterials beschrieben sind. Denn auch dort sind als Verbindungshalbleiter lediglich GaAs als ein III-V-Verbindungshalbleitermaterial und ZnSe als ein II-VI-Verbindungshalbleitermaterial genannt bzw untersucht worden. Insbesondere gibt diese Entgegnung weder einen Hinweis auf die Übertragbarkeit der theoretischen Grundlagen auf SiC als IV-IV-Verbindungshalbleitermaterial, noch auf die Eignung von Vanadium als Tiefendonator.

Aus der auf eine der Patentinhaberinnen zurückgehenden, Punktdefekte (point defects) in Siliziumkarbid betreffenden Literaturstelle "Physica B" ist zwar Aluminium als Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus in SiC bekannt (vgl S 200 re Sp le Abs), so daß dem Fachmann dadurch die Umdotierung eines herstellungsbedingt mit Stickstoff verunreinigten n-leitenden SiC-Ausgangsmaterials mittels Aluminium - insoweit dem Verfahrensschritt a) des Anspruchs 1 entsprechend - nahegelegt sein mag. Auch ist dort u.a. die Rolle des Übergangselements Vanadium als unvermeidliche Verunreinigung (im 10ppm-Bereich) in Lely-gewachsenen SiC-Kristallen und dessen elektrisch amphoterer Verhalten untersucht sowie die Lage eines Donatorniveaus von Vanadium etwa in der Mitte der Bandlücke von SiC bestimmt worden (vgl dort insbesondere S 202). Jedoch findet sich in dieser Druckschrift keine Anregung, Vanadium als Dotierstoff in SiC bewußt und planmäßig einzusetzen, schon gar nicht zur Kompensation von überzähligen, durch vorherige Umdotierung geschaffenen flachen Akzeptorniveaus, wie dies im verteidigten Patentanspruch 1 im einzelnen gelehrt wird, um so ein hochohmiges SiC-Substrat mit ausreichend hohem spezifischen Widerstand zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente zu schaffen.

Eine Zugabe von Vanadium wird bei diesem Stand der Technik nämlich lediglich zur Herabsetzung der Minoritätsladungsträgerlebensdauer (minority-carrier life time killer) der auf SiC-Basis hergestellten optoelektronischen Bauelemente in Betracht gezogen (vgl S 202 re Sp Abs 1 le Satz).

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 19 56 011 ist zwar - wie vorstehend dargelegt - im Zusammenhang mit einem Verfahren zur Herstellung einer hochohmigen Siliziumkarbid-Diode aus einem niederohmigen n-leitenden SiC-Ausgangsmaterial - insoweit in Übereinstimmung mit dem Verfahrensschritt a) im Anspruch 1 - bekannt, die (flachen) Donatorniveaus einer - herstellungsbedingt - vorherrschenden Stickstoff - Verunreinigung durch Zugabe von Aluminium als Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus in SiC überzukompensieren, indem dieser Dotierstoff mit einer Konzentration in das SiC eingebaut wird, welche den Lei-

tungstyp von n- auf P-Leitung ändert (vgl den die Seiten 5 und 6 (maschinenschriftliche Numerierung) überbrückenden Absatz iVm Figur 1); für die weitergehende Lehre des Patentanspruchs 1 gemäß Verfahrensschritt b), nämlich durch Zugabe von Vanadium als Tiefendonator die überzähligen flachen Akzeptorniveaus in SiC zu kompensieren, um so ein hochohmiges SiC-Substrat mit hohem spezifischen Widerstand zur Aufnahme einer Vielzahl lateraler, gegeneinander isolierter Bauelemente zu schaffen, gibt dieser Stand der Technik jedoch keinerlei Anhalt.

Die übrigen im Verfahren befindlichen og Entgegenhaltungen sowie die von den Patentinhaberinnen in der Streitpatentschrift zum Stand der Technik genannten weiteren Druckschriften gehen nicht über den vorstehend im einzelnen abgehandelten Stand der Technik hinaus, so daß auch deren Einbeziehung die im verteidigten Patentanspruch 1 gelehrt Erfindung nicht nahelegen kann.

Das zweifellos gewerblich anwendbare Verfahren zum Herstellen eines hochohmigen SiC-Substrats nach dem geltenden Anspruch 1 ist somit patentfähig.

4.) Im Zusammenhang mit dem Patentanspruch 1 haben auch die darauf zurückbezogenen verteidigten Unteransprüche 2 bis 6 Bestand, denn sie haben vorteilhafte und nicht selbstverständliche Weiterbildungen des Verfahrens nach Anspruch 1 zum Gegenstand; ihre Patentfähigkeit wird von derjenigen des Gegenstandes des Hauptanspruchs mitgetragen.

5.) Die geltende Beschreibung erfüllt die an sie zu stellenden Anforderungen hinsichtlich der Wiedergabe des relevanten Standes der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, und hinsichtlich der Erläuterung des beanspruchten Verfahrens zum Herstellen eines hochohmigen SiC-Substrats.

Na