

Interner Verteilerschlüssel:

- (A) [] Veröffentlichung im Abl.
(B) [] An Vorsitzende und Mitglieder
(C) [X] An Vorsitzende

E N T S C H E I D U N G
vom 13. Juli 1994

Beschwerde-Aktenzeichen: T 0611/93 - 3.4.1
Anmeldenummer: 89117481.5
Veröffentlichungsnummer: 0361316
IPC: H01L 29/06
Verfahrenssprache: DE

Bezeichnung der Erfindung:
Leistungshalbleiterdiode

Anmelder:
Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft

Einsprechender:
-

Stichwort:
-

Relevante Rechtsnormen:
EPÜ Art. 56

Schlagwort:
"Erfinderische Tätigkeit (nein)"
"Im Rahmen einer normalen technischen Entwicklung liegender
Rationalisierungsschritt mit vorhersehbaren Wirkungen"

Zitierte Entscheidungen:
-

Orientierungssatz:
-



Aktenzeichen: T 0611/93 - 3.4.1

E N T S C H E I D U N G
der Technischen Beschwerdekammer 3.4.1
vom 13. Juli 1994

Beschwerdeführer: Asea Brown Boveri Aktiengesellschaft
Kallstadter Straße 1
D - 68309 Mannheim (DE)

Vertreter: Schöffel, Helmut
c/o ABB Patent GmbH
Postfach 10 03 51
D - 68128 Mannheim (DE)

Angefochtene Entscheidung: Entscheidung der Prüfungsabteilung des
Europäischen Patentamts vom 25. Februar 1993,
mit der die europäische Patentanmeldung
Nr. 89117481.5 aufgrund des Artikels 97 (1)
EPÜ zurückgewiesen worden ist.

Zusammensetzung der Kammer:

Vorsitzender: H. J. Reich
Mitglieder: B. J. Schachenmann
Y. J. F. Van Henden

Sachverhalt und Anträge

- I. Die europäische Patentanmeldung 89 117 481.5 (Veröffentlichungsnummer 0 361 316) wurde von der Prüfungsabteilung zurückgewiesen.
- II. Die Zurückweisung wurde damit begründet, daß der Gegenstand des am 17. Juli 1990 eingereichten Anspruchs 1 im Hinblick auf das Dokument:

D1: "IEEE Transactions on Electron Devices",
Bd. ED-27, No. 1, Januar 1980, Seiten 261 bis 265

auf keiner erfinderischen Tätigkeit beruhe. Da eine Leistungshalbleiterdiode gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aus Dokument D1 bekannt sei, gelange der Fachmann zum Gegenstand des Anspruchs 1 durch Weglassen des Passivierungsgrabens der konventionellen Diode, worin kein Schritt von erfinderischer Bedeutung gesehen werden könne. Aus der Figur 10 des Dokuments D1 sei nämlich eindeutig entnehmbar, daß bei einer Grabentiefe von $0 \mu\text{m}$ - d. h. ohne Graben - die maximale Oberflächenfeldstärke E_p am Austrittsort des pn-Übergangs der Trenndiffusionszone an der ersten Hauptfläche (Kathodenseite) um etwa 10 % unterhalb der maximalen Volumenfeldstärke E_{pp} am in der Bodenebene (Anodenseite) liegenden pn-Übergang bleibe. Sollte diese Reduktion der Oberflächenfeldstärke E_p nicht ausreichen, würden die Figuren 7 und 8 des Dokuments D1 dem Fachmann offenbaren, daß eine weitere Reduktion der Oberflächenfeldstärke E_p durch Optimierung der übrigen Parameter des pn-Übergangs möglich sei. Der Durchbruch würde somit mit und ohne Graben an der Anodenseite beginnen. Da ein Bauelement ohne Graben einfacher herzustellen sei, sei es für den Fachmann wünschenswert, auf diesen Graben zu verzichten.

III. Gegen diese Entscheidung hat die Beschwerdeführerin Beschwerde eingelegt. Auf eine einer Ladung zur mündlichen Verhandlung beigefügten Mitteilung, in der die Kammer ihre vorläufige Auffassung darlegte, daß sie möglicherweise die Auffassung der Vorinstanz im wesentlichen teilen würde, und ferner auf notwendige Änderungen des Anspruchs 1 hinwies, um Artikeln 84 und 123 (2) EPÜ zu genügen, reichte die Beschwerdeführerin am 15. Juni 1994 einen diesbezüglich klargestellten Anspruch 1 ein.

Anspruch 1 lautet:

"1. Leistungshalbleiterdiode mit

einer ersten und einer zweiten Hauptfläche,

einer an die zweite Hauptfläche (4) angrenzenden Schicht eines ersten, z. B. p-leitenden Typs und einer an die erste Hauptfläche (3) angrenzenden Schicht eines zweiten, z. B. n-leitenden Typs,

eine durch Trenndiffusion hergestellte Zone des ersten Leitungstyps, die die Diode längs ihres Randes abschließt, und

einem pn-Übergang zwischen der Schicht des zweiten Leitfähigkeitstyps und der Schicht sowie der Randzone des ersten Leitfähigkeitstyps,

dadurch gekennzeichnet, daß der pn-Übergang (10) direkt an der ersten Hauptfläche (3) an die Oberfläche tritt und planar durch eine Passivierungsschicht (11) abgedeckt ist."

Ansprüche 2 bis 4 hängen von Anspruch 1 ab.

-IV: Am 13. Juli 1994 fand eine mündliche Verhandlung statt, in der die Beschwerdeführerin folgende Dokumente überreichte:

D2: R. Sittig et.al.: "Semiconductor Devices for Power Conditioning" Plenum Press, New York 1982, Seiten 151, 162 und 163;

D3: S. K. Gandhi: "Semiconductor Power Devices", John Wiley & Sons, New York 1977, Seiten 72 bis 77.

Am Ende der mündlichen Verhandlung beantragte die Beschwerdeführerin, die Zurückweisungsentscheidung aufzuheben und ein Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Anspruch: 1, eingegangen am 15. Juni 1994 mit Schreiben vom 13. Juni 1994;

Ansprüche: 2 bis 4, wie ursprünglich eingereicht;

Beschreibung: wie ursprünglich eingereicht;

Zeichnung: wie ursprünglich eingereicht.

V. Zur Stützung ihrer Anträge machte die Beschwerdeführerin im wesentlichen folgende Argumente geltend:

a) Der sich aus Figur 10 des Dokuments D1 ergebende Extrapolationswert der theoretischen Oberflächenfeldstärke für die Ätztiefe Null von etwa $1.8 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ würde einen Fachmann nicht anregen, den Passivierungsgraben der in Figur 4 des Dokuments D1 offenbarten Leistungshalbleiterdiode wegzulassen, da es zu seinem allgemeinen Fachwissen gehöre, daß eine derart hohe Oberflächenfeldstärke nicht mit einer planaren Passivierung beherrschbar wäre. Ein Lawinen-

durchbruch erfolge nämlich in Silizium ($\epsilon = 12$) bei ca. $2 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ und in SiO_2 ($\epsilon = 8$) bei ca. $5 \cdot 10^6 \text{ Vcm}^{-1}$, wobei aufgrund der niedrigeren Dielektrizitätskonstante ϵ des SiO_2 ein weiterer Anstieg der Feldstärke im Passivierungsmedium erfolge. So lasse sich aus Dokument D2, Seite 162, letzte drei Zeilen, über einen zweckmäßigen Diodenkantenwinkel von 45° und Figur 2.27 des Dokuments D3 herleiten, daß der Fachmann nur eine Oberflächenfeldstärke von $6 \cdot 10^4 \text{ Vcm}^{-1}$ für experimentell beherrschbar halten würde.

- b) Wie in der ursprünglichen Beschreibung Sp. 2, Z. 42 bis 47 offenbart, hätten die Erfinder erkannt, daß überraschenderweise bei isolationsdiffundierten Dioden die Oberflächenfeldstärke auch ohne Grabenätzung mit den bekannten Passivierungstechniken beherrschbar sei. Wie die mit der Beschwerdebegründung eingereichten Schnittbilder experimenteller Aluminium-Trenndiffusionszonen zeigten, führe die isotrope Al-Diffusion im Nachbarbereich der Diffusionsmaskenöffnung zu durch Ausdiffusion bedingten Verdünnungen der Aluminiumkonzentration im Oberflächenbereich, die eine zurückspringende konkave Ausformung des pn-Übergangs bedingten. Damit sei die experimentelle Oberflächenfeldstärke, für die allerdings keine Meßtechnik existiere, wesentlich kleiner als sie aufgrund der theoretischen Ergebnisse des Dokuments D1 zu erwarten sei. Die die Herabsetzung der Oberflächenfeldstärke bedingende Verdünnung stelle sich bei der seit einem Jahrzehnt vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung bekannten Trenndiffusionstechnik selbständig ein. Dennoch hätte die Fachwelt nicht erkannt, daß auf den aufwendig herzustellenden Passivierungsgraben verzichtet werden könne. Die mangelnde Offenbarung dieser physikalischen Effekte in den ursprünglichen

Anmeldungsunterlagen sei nicht patenthindernd. Es komme vielmehr auf die Angabe der erfindungswesentlichen Merkmale an, die eine Nacharbeitbarkeit der Erfindung bedingten. Die Spezifizierung des Dotierungsprofils der Trenndiffusionszone sei trivial.

- c) Dokument D3, Seite 73, Zeilen 11 bis 13, weise den Fachmann darauf hin, daß selbst in dem Fall, daß ein Volumendurchbruch vor einem Oberflächendurchbruch erfolge, die Oberflächenfeldstärke möglichst klein zu halten sei, um die Wanderung ionischer Verunreinigungen zu minimieren. Auch diese Bedingung für das Langzeitverhalten der Diode würde den Fachmann davon abhalten, auf die Absenkung der Oberflächenfeldstärke durch einen Ätzgraben zu verzichten.

VI. Am Schluß der mündlichen Verhandlung wurde die Entscheidung verkündet, daß die Beschwerde zurückgewiesen werde.

Entscheidungsgründe

1. Erfinderische Tätigkeit

1.1 Es war im Beschwerdeverfahren keine Streitfrage, daß eine durch den Wortlaut des Oberbegriffs des Anspruchs 1 definierte Leistungshalbleiterdiode aus Dokument D1, Figur 4 nebst dazugehöriger Beschreibung bekannt ist, und daß der Gegenstand des Anspruchs 1 den Merkmalen seines kennzeichnenden Teils seine Neuheit verdankt.

1.2 Ausgehend vom nächstliegenden Stand der Technik gemäß Dokument D1 liegt der vorliegenden Anmeldung objektiv die Aufgabe zugrunde, eine isolationsdiffundierte Diode

anzugeben, die mit verringertem Aufwand herstellbar ist. Eine derartige Vereinfachung der konventionellen Herstellungstechnik stellt nach Auffassung der Kammer für einen Fachmann, dessen Arbeitsplatzaufgabe unter anderem auch darin besteht, die Anzahl erforderlicher Verfahrensstufen zu reduzieren, ein Routineziel dar. Somit vermag die Formulierung der der vorliegenden Anmeldung zugrundeliegenden Aufgabenstellung nicht zur Stützung einer erfinderischen Tätigkeit beizutragen.

1.3 Die objektive Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß "der pn-Übergang direkt an der ersten Hauptfläche an die Oberfläche tritt und planar durch eine Passivierungsschicht abgedeckt ist", was sachlich dem Weglassen des Passivierungsgrabens der konventionellen Leistungshalbleiterdiode entspricht. Es ist daher im folgenden zu untersuchen, ob der Verzicht auf den zugehörigen Ätzschritt der kathodenseitigen Halbleiterkörper-Oberfläche im Rahmen der normalen technischen Entwicklung liegt, ob aufgrund in der Praxis üblicher Überlegungen im Rahmen des fachmännischen Wissens und Könnens die Wirkungen dieser Vereinfachung vorhersehbar waren und ob das Ergebnis dieser Überlegungen einen Fachmann davon abgehalten hätte, die Entwicklung einer Diode mit dieser Vereinfachung in Angriff zu nehmen oder nicht.

1.4 Wie die Beschwerdeführerin in Pkt. V-b) bestätigt, stehen dem Fachmann zur Erfassung der zwei für die Durchbruchspannung der Leistungshalbleiterdiode kritischen Parameter - Oberflächenfeldstärke und Volumenfeldstärke - keinerlei experimentelle Meßmethoden zur Verfügung. Er ist also im Hinblick auf die Abhängigkeit der Größe der Oberflächenfeldstärke von der Tiefe des Ätzgrabens allein auf theoretische Werte angewiesen und wird diesen daher ein besonderes Gewicht geben. Da die theoretischen Ergebnisse der Figur 10 des Dokuments D1 mit dem gleichen

theoretischen Diodenmodell berechnet worden sind wie die theoretischen Werte der Durchbruchfeldstärke in Figuren 11 und 12 in Dokument D1 und diese experimentell bestätigt worden sind, wird der Fachmann aller Lebenserfahrung nach an der Aussagekraft der Figur 10 des Dokuments D1 keinerlei Zweifel haben. Somit ist davon auszugehen, daß der Fachmann den aus Figur 10 folgenden theoretischen Extrapolationswert der Oberflächenfeldstärke von ca. $1.8 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ für realistisch hält. Dokument D1 gibt keinerlei Hinweis, daß bei den in Kapitel IV abgehandelten experimentellen Proben A, B und C Schwierigkeiten bei der dielektrischen Passivierung mit ZnO-SiO₂-B₂O₃-Glas aufgetreten sind. Nach Auffassung der Kammer würde ein Fachmann hieraus schließen, daß die für die experimentelle Ätztiefe von ca. 30 µm aus Fig. 10 folgende theoretische Oberflächenfeldstärke von $1.6 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ ohne weiteres apparativ beherrschbar ist. Ihre theoretische Erhöhung um $0.2 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ bei einer Ätztiefe Null erscheint der Kammer aus den nachstehenden Gründen nicht derart groß, daß ein Fachmann nicht den Versuch unternehmen würde, den Ätzschritt wegzulassen, um im Laborexperiment festzustellen, ob sich dies nachteilig auf das Diodenverhalten auswirkt und inwieweit gegebenenfalls die meßbare Durchbruchfeldstärke herabgesetzt wird. Der von der Beschwerdeführerin genannte Grenzwert für Si : $2 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ wird nämlich durch eine Oberflächenspannung von $1.8 \cdot 10^5 \text{ Vcm}^{-1}$ nicht in Frage gestellt. Der genannte Grenzwert für reines SiO₂ ist im Hinblick auf die in Dokument D1 experimentell benutzte Glassorte nicht relevant. Vergleichswerte der Durchbruchfeldstärke eines Ausführungsbeispiels des Gegenstands des Anspruchs 1 mit einer konventionellen Diode mit Ätzgraben wurden von der Beschwerdeführerin nicht vorgelegt. Es muß daher offen bleiben, ob das Weglassen des Ätzgrabens nicht nur als Inkaufnahme einer für praktische Anwendungen vernachlässigbaren Herabsetzung der Durchbruchfeldstärke zu beurteilen ist. Die Anmeldeunterlagen offenbaren

ferner kein konkretes Ausführungsbeispiel des Gegenstands des Anspruchs 1 mit sämtlichen gegenständlichen Merkmalen und Betriebsparametern, so daß nicht beurteilt werden kann, ob in der Tat schon lange ein Bedürfnis nach einer Leistungshalbleiterdiode ohne Ätzgraben bestanden hat.

1.5 In der von der Beschwerdeführerin in Pkt. V-a) angezogenen Textstelle des Dokuments D2, Seite 162, Zeile 2 von unten, wird ein Kantenwinkel von 45° nur als "convenient (bequem, geeignet, günstig, passend)" bezeichnet, ohne explizit zu präzisieren, worauf sich diese Wertung bezieht. Somit wäre - bei zugestandener Übertragbarkeit der Verhältnisse einer abgeschrägten Diodenseitenfläche im Bereich des Austrittsorts des gleichrichtenden pn-Übergangs auf den Austrittsort des pn-Übergangs einer Trenndiffusionszone - der über den Kantenwinkel von 45° aus Figur 2.2.7 des Dokuments D3 hergeleitete Wert von $6 \cdot 10^4 \text{ Vcm}^{-1}$ allenfalls ein geeigneter günstiger Wert, aus dem sich aber sachlogisch kein oberer zulässiger Grenzwert für die Oberflächenfeldstärke herleiten läßt. Analoges gilt für die in Dokument D2, Seite 73, Zeilen 11 bis 13, angegebene Empfehlung, die Oberflächenfeldstärke möglichst gering zu halten, um die Verunreinigungswanderung zu unterdrücken und damit das Langzeitverhalten zu stabilisieren.

1.6 Aus den in Pkt. 1.4 und 1.5 genannten Gründen vermag die Kammer in den Fakten der von der Beschwerdeführerin vorgetragene Argumente gemäß Pkt. V-a) und c) keinerlei gedankliche Blockierung des Fachmanns oder gar ein Vorurteil der Fachwelt gegen das Weglassen des Ätzgrabens zu erkennen. Vielmehr sieht die Kammer in der nahezu 0 μm erreichenden E_p -Kurve der Figur 10 des Dokuments D1 eine verlässliche Information, daß auch bei der in Figur 3 des Dokuments D1 dargestellten Leistungshalbleiterdiode **ohne** Ätzgraben die Oberflächenstärke unter der Volumenfeldstärke bleibt. Die Kammer ist daher der Auffassung, daß

im Sinne der von der Beschwerdeführerin in Pkt. V-b) angezogenen Textstelle der Beschreibung der Anmeldung Spalte 2, Zeilen 42 bis 47, die Figur 10 in Verbindung mit Figur 3 des Dokuments D1 dem Fachmann die Erkenntnis nahelegt, daß "bei isolationsdiffundierten Dioden auf einen Passivierungsgraben verzichtet werden kann und trotzdem eine Sperrspannung in Höhe von 100 Prozent der Volumendurchbruchspannung erreicht wird." Dies umso mehr, als die in Figur 3 des Dokuments dargestellte Diodenstruktur ohne Ätzgraben in Dokument D1, Seite 261, rechte Spalte, Absatz 2 als "practical (praktisch, zweckmäßig, praxisnah; vgl. gutachtlich Ernst: "Wörterbuch der industriellen Technik", Bd. II, Oscar Brandstetter Verlag KG, Wiesbaden 1975, Seite 755)" bezeichnet wird und auf ihre Herstellungsmöglichkeit durch Passivieren und Metallisieren hingewiesen wird.

- 1.7 Entgegen der Auffassung der Beschwerdeführerin in Pkt. V-b) sieht die Kammer in einem zurückspringenden konkaven pn-Übergangsverlauf gemäß den mit der Beschwerdebegründung vorgelegten Schnittbildern keine nachbringbare physikalische Erklärung offenbarer Arbeitsmittel, sondern ein apparatives Strukturmerkmal, das nur als ein ursprünglich offenbartes Anspruchsmerkmal bei der Prüfung auf erfinderische Tätigkeit zu beachten wäre. Die Auffassung der Beschwerdeführerin, daß sich dieses Profil zwangsläufig bei beliebiger Realisierung der Trenndiffusion einstelle, wäre als eine inhärente Ausführbarkeit des Gegenstands des Anspruchs 1 zu werten. Dabei würde aber die sinngemäß als "überraschend" bezeichnete Herabsetzung der Oberflächenfeldstärke durch Ausdiffusionsverdünnung der Dotierstoffkonzentration dem Fachmann zwangsläufig als Bonus in den Schoß fallen, wenn er den durch Dokument D1 gegebenen Anregungen folgt.

- 1.8 Aus den vorstehend genannten Gründen vermag die Kammer im Gegenstand des Anspruchs 1 nur das Ergebnis eines im Rahmen einer normalen technischen Entwicklung liegenden Rationalisierungsschritts zu sehen, dessen Auswirkungen auf die Eigenschaften dieses Gegenstandes für den Fachmann vorhersehbar sind.
- 1.9 Wie vorstehend in Pkt. 1.1 bis 1.8 im einzelnen dargelegt, liegt dem Gegenstand des Anspruchs 1 keine erfinderische Tätigkeit im Sinne des Artikels 56 EPÜ zugrunde.
2. Mit dem nichtgewährbaren Anspruch 1 fallen auch die von ihm abhängigen Ansprüche 2 bis 4.

Entscheidungsformel

Aus diesen Gründen wird entschieden:

Die Beschwerde wird zurückgewiesen.

Die Geschäftsstellenbeamtin:

Der Vorsitzende:

M. Beer

H. J. Reich