

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 690 661 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.01.1996 Patentblatt 1996/01

(51) Int. Cl.⁶: **H05B 3/62**, F27D 11/02

(21) Anmeldenummer: **95109670.0**

(22) Anmeldetag: **22.06.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB IT

(30) Priorität: **01.07.1994 DE 4423196**

(71) Anmelder: **Wacker-Siltronic
Gesellschaft für Halbleitermaterialien mbH
D-84489 Burghausen (DE)**

(72) Erfinder: **Vilzmann, Peter
D-84489 Burghausen (DE)**

(74) Vertreter: **Rimböck, Karl-Heinz, Dr.
D-81737 München (DE)**

(54) **Heizelement zum Beheizen von Schmelzriegeln**

(57) Die Erfindung betrifft ein Heizelement zum Beheizen von Schmelzriegeln, bestehend aus einem zylinderförmigen Hohlkörper, der durch Schlitze in meanderförmige Segmente geteilt ist. Um ein verbessertes Heizelement zu entwickeln, das weniger verschleißanfällig ist und das zur Zucht von Einkristallen geeigneter ist, wird vorgeschlagen, die Übergänge zwischen den Seitenflächen der Meander zu runden.

EP 0 690 661 A1

Beschreibung

Die nachstehend beschriebene Erfindung betrifft ein Heizelement, das zum Beheizen von Schmelztiegeln verwendet wird.

Figur 1a zeigt einen Längsschnitt, Figur 1b den Querschnitt durch ein bekanntes Heizelement dieser Gattung. Es hat die Form eines zylinderförmigen Hohlkörpers (1). Das Heizelement ist in der Regel aus Graphit gefertigt und wird beispielsweise zur Herstellung von tiegelgezogenen Einkristallen aus Halbleitermaterial benötigt. Der zylinderförmige Hohlkörper ist in Abständen durch Schlitze (2) eingeschnitten, die alternierend vom oberen oder unteren Rand des Hohlkörpers ausgehen und zum jeweils gegenüberliegenden Rand führen, ohne diesen jedoch zu erreichen. Die Schlitze teilen den Hohlkörper in einzelne, miteinander verbundene Segmente auf, die als Meander (3) bezeichnet werden. Jeder Meander ist durch einen Schlitz teilweise in eine linke und eine rechte Meanderhälfte (3a) getrennt. Im Bereich des unteren Randes des Heizelementes sind mindestens zwei Stromzuführungen (4) angebracht, an die eine elektrische Stromquelle angeschlossen werden kann.

Der Durchmesser des Heizelementes kann zum unteren Rand des Hohlkörpers hin verringert sein, so daß das Heizelement wie ein an die Form des zu beheizenden Schmelztiegels angepaßtes Gefäß ausgebildet ist. In den Figuren sind Ausführungsformen mit gleichbleibendem Durchmesser gezeigt.

Üblicherweise ragt der obere Rand des Heizelementes über den oberen Rand des Schmelztiegels hinaus, damit der Tiegelinhalt möglichst gleichmäßig durch die vom Heizelement abgegebene Wärmestrahlung aufgeheizt wird. Bei der Züchtung von Einkristallen aus Halbleitermaterial, insbesondere aus Silicium, ist häufig zu beobachten, daß geschmolzenes Halbleitermaterial aus dem Tiegel an die Oberfläche des Heizelementes gelangt. Der über den Tiegelrand hinausragende Rand des Heizelementes ist davon besonders betroffen, da unter bestimmten Dotierungs-Bedingungen schmelzflüssiges Material aus dem Tiegel spritzen kann. Darüber hinaus kondensiert Halbleitermaterial, das den Tiegel in gasförmigem Zustand verläßt, bevorzugt auf den Rändern des Heizelementes wieder aus. Diese Ablagerungen können, wie im Fall von Silicium, mit dem Graphit des Heizelementes zu carbidischen Phasen reagieren, die wegen unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten Spannungen im Heizelement erzeugen. Diese Spannungen lösen sich häufig dadurch, daß Teile vom Heizelement absplittern und während der Kristallzucht in den Schmelztiegel fallen. Dort stören sie das versetzungsfreie Wachstum des Einkristalls erheblich. In besonders ungünstigen Fällen muß sogar die Kristallzüchtung wegen eines solchen Vorfalles abgebrochen werden. Durch das wiederholte Absplittern von Teilen des Heizelementes wird auch dessen Betriebsdauer stark herabgesetzt, so daß es früher gegen ein Neues ausgetauscht werden muß. Eine wei-

tere Beeinträchtigung der störungsfreien Kristallzucht und der Betriebsdauer des Heizelementes resultiert durch elektrische Überschlüge, die sich häufen, weil Halbleitermaterial auch besonders im Bereich des unteren Randes des Heizelementes auskondensiert und dabei die Schlitzbreite zwischen den Meandern und/oder den Abstand des Heizelementes zu benachbarten Anlagenteilen verringert.

Es bestand deshalb die Aufgabe, ein verbessertes Heizelement zu entwickeln, das weniger verschleißanfällig ist und das zur Zucht von Einkristallen geeigneter ist.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Heizelement zum Beheizen von Schmelztiegeln, bestehend aus einem zylinderförmigen Hohlkörper (5), der durch Schlitze (6) in meanderförmige Segmente geteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergänge zwischen den Seitenflächen der Meander (7) gerundet sind.

Ein Heizelement gemäß der vorliegenden Erfindung ist in den Figuren 2a (im Längsschnitt) und 2b (im Querschnitt) dargestellt. In Figur 2c ist ein Ausschnitt aus Figur 2b vergrößert wiedergegeben.

Der zylinderförmige Hohlkörper (5) ist durch senkrechte Schlitze (6), die alternierend vom oberen und unteren Rand ausgehen und in Richtung zum jeweils gegenüberliegenden Rand führen, eingeschnitten, so daß die typische Form von nebeneinander angeordneten Meandern (7) entsteht (Fig. 2a). Im unteren Randbereich des Hohlkörpers sind an mindestens zwei Stellen Stromzuführungen (8) an die Meander herangeführt. Die Stromzuführungen sind während des Betriebes des Heizelementes an eine elektrische Stromquelle angeschlossen.

Die Übergänge zwischen zwei Seitenflächen jedes Meanders sind mit dem Radius r gerundet, so daß die Meander frei von Kanten und Ecken sind (Fig. 2c). Im Längsschnitt durch die Meander (7) sind die Umfangslinien (9) der Schnittflächen im Bereich des oberen, beziehungsweise unteren Randes des Hohlkörpers (5) bogenförmig gerundet (Fig. 2a). Dies verleiht den Randkonturen ein rosettenförmiges Aussehen. Der Krümmungsradius R der Rundung ist vorzugsweise gleich oder annähernd gleich der Querschnittslänge L einer Meanderhälfte (7a). Im Querschnitt durch die Meander weisen die Umfangslinien (10) der Schnittflächen ausschließlich gerade oder gekrümmte Anteile auf (Fig. 2b).

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Heizelementes wird ein Formkörper geeigneter Größe, beispielsweise ein Graphitblock oder ein Graphitzylinder einer mechanischen Formgebung, beispielsweise durch Stechen, Schneiden, Schleifen, Fräsen oder dergleichen, unterworfen. Zunächst wird aus einem massiven Formkörper ein zylinderförmiger Hohlkörper hergestellt. Der Hohlkörper wird anschließend mit den entsprechenden Schlitzen versehen und auf diese Weise in meanderförmige Segmente unterteilt. Schließlich werden die kantigen Übergänge zwischen aneinanderstoßenden Seitenflächen der Meander gerundet und im Bereich des oberen, beziehungsweise

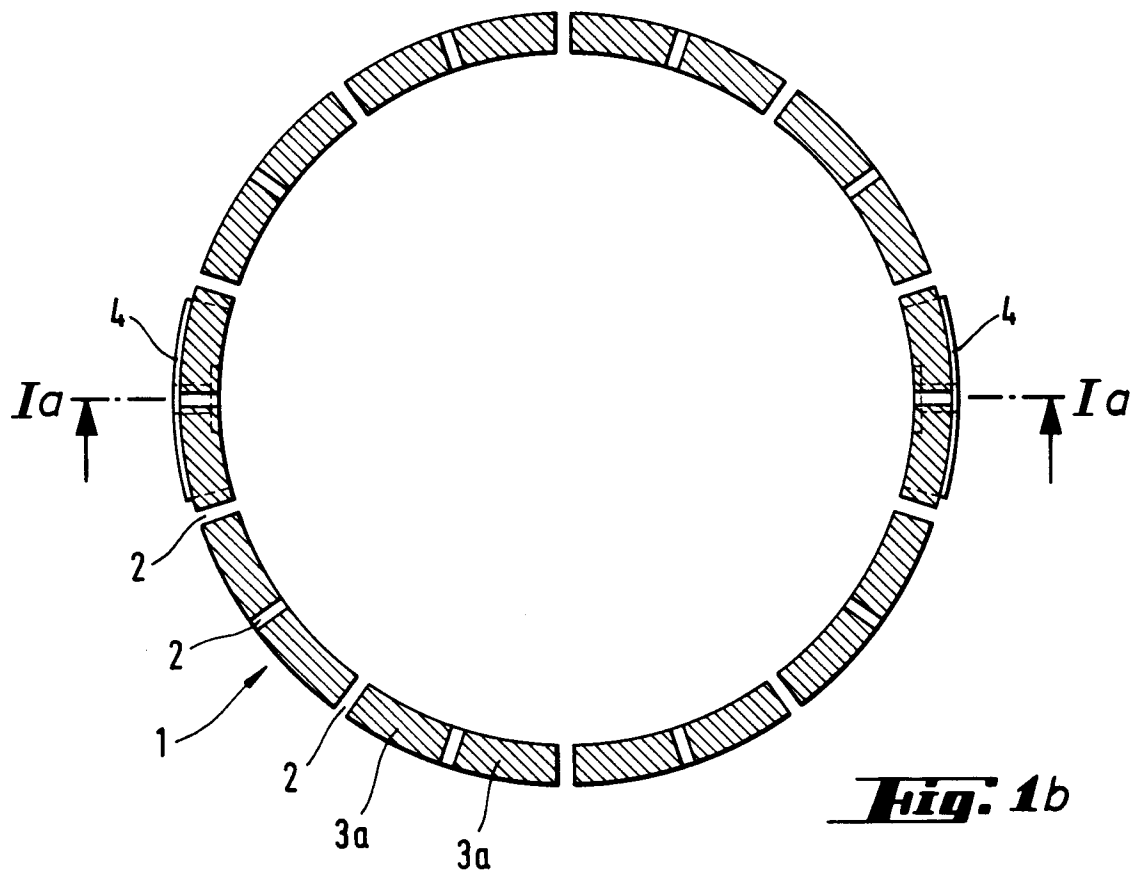
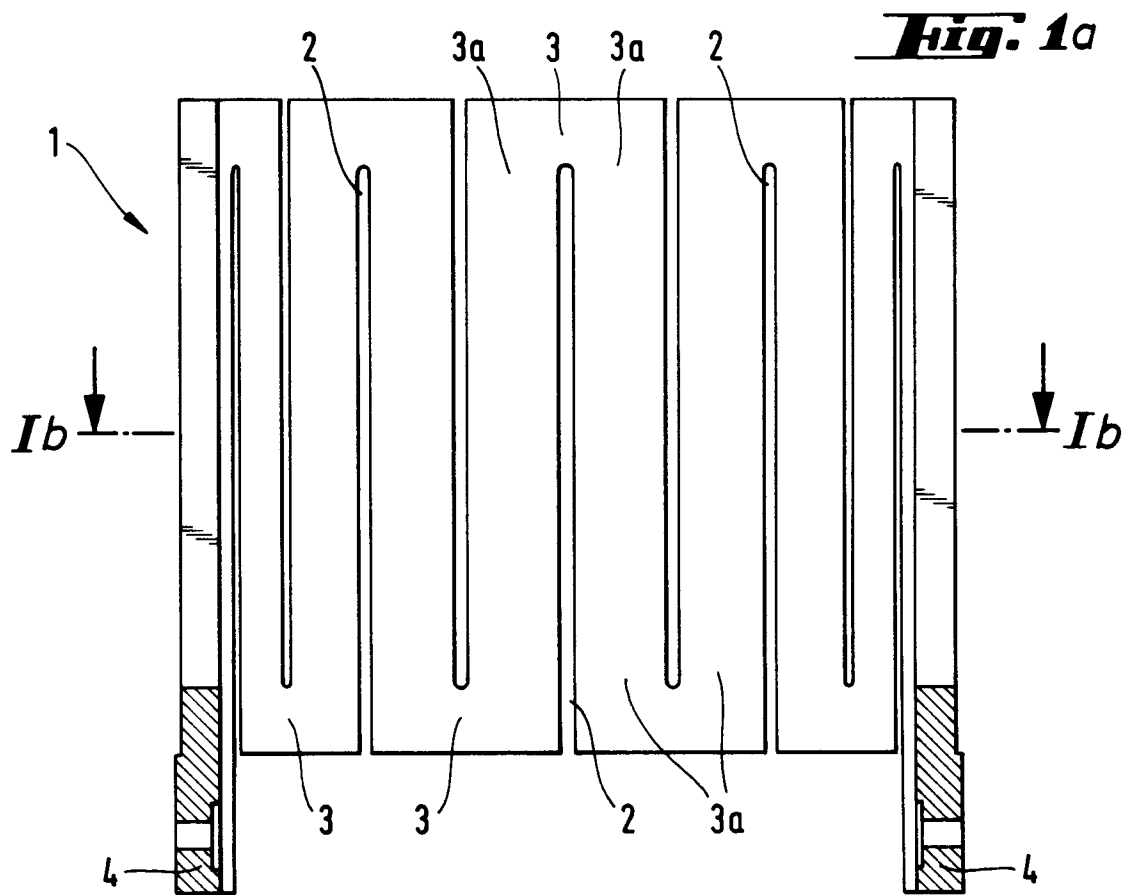
unteren Randes des Hohlkörpers soviel Material entfernt, daß die Längsschnittflächen durch die Meander die vorgesehene, gerundete Form erhalten. Eine Kante gilt im Sinne der Erfindung auch dann als gerundet, wenn die mechanische Bearbeitung durch ein rechnergesteuertes Bearbeitungswerkzeug erfolgt, das gekrümmte Flächen erzeugt, die, bei genügend hoher Auflösung, als stufenförmige Niveauänderungen erkannt werden können.

Mit den notwendigen Stromzuführungen versehen wird das erfindungsgemäße Heizelement mit besonderem Vorteil als elektrische Widerstandsheizung zum Beheizen von Schmelztiegeln bei der Herstellung von Einkristallen aus Halbleitermaterial, vorzugsweise Silicium, verwendet.

Heizelemente mit den erfindungsgemäßen Merkmalen zeichnen sich dadurch aus, daß sie eine Heizzone mit besonders gleichmäßigem Temperaturprofil erzeugen. Durch ihre Verwendung beim Ziehen von Einkristallen aus Halbleitermaterial kommt es seltener zu Störungen des Kristallwachstums, die direkt oder indirekt auf Fehlfunktionen des Heizelementes zurückzuführen sind. Durch ihre Verwendung steigen die Ausbeuten, bezogen auf die erzielbare Länge an versetzungsfreiem Einkristall, an. Darüber hinaus sind auch die mittleren Betriebszeiten, nach denen ein Heizelement im Durchschnitt ausgewechselt werden muß, ersten Versuchen zufolge mehr als doppelt so lange, als bei herkömmlichen Heizelementen.

Patentansprüche

1. Heizelement zum Beheizen von Schmelztiegeln, bestehend aus einem zylinderförmigen Hohlkörper (5), der durch Schlitze (6) in meanderförmige Segmente geteilt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergänge zwischen den Seitenflächen der Meander (7) gerundet sind.
2. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangslinien (9) der Schnittflächen durch die Meander (7) im Längsschnitt im Bereich des oberen, beziehungsweise unteren Randes des Hohlkörpers (5) mit einem Krümmungsradius R gerundet sind, der gleich oder annähernd gleich der Querschnittslänge L einer Meanderhälfte (7a) ist.
3. Heizelement nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangslinien (10) der Schnittflächen durch die Meander (7) im Querschnitt ausschließlich gerade oder gekrümmte Anteile aufweisen.
4. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meander (7) aus Graphit gefertigt sind.
5. Verwendung des Heizelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 4 zum Beheizen eines Schmelztiegels bei der Züchtung von Einkristallen aus Halbleitermaterial, insbesondere Silicium.



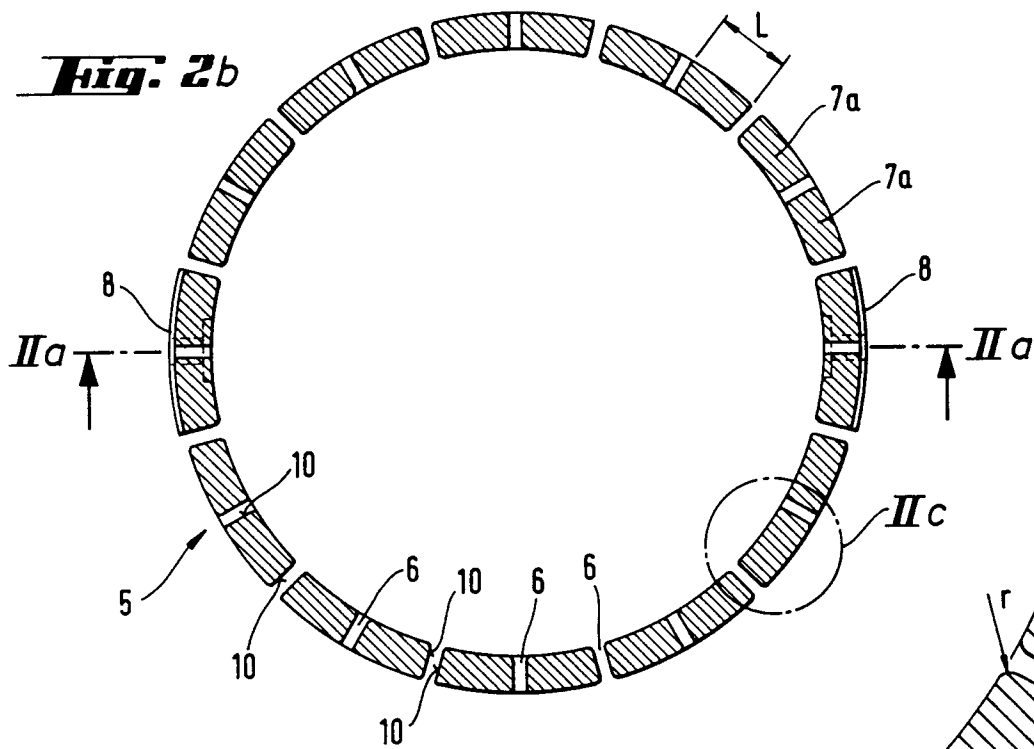
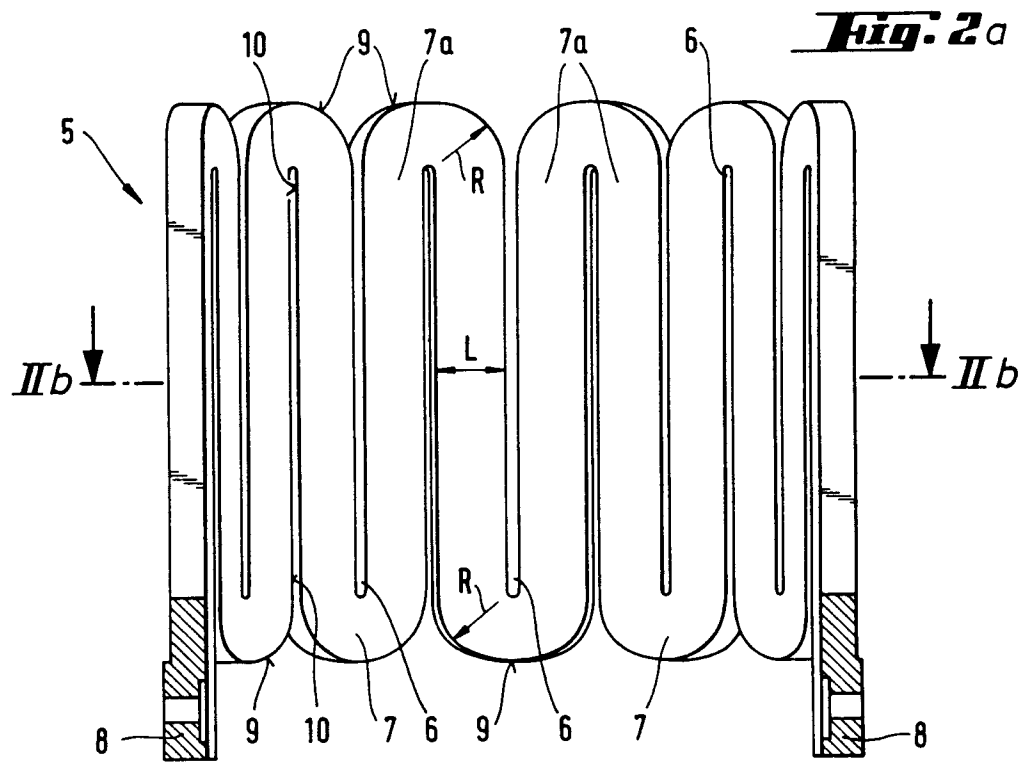
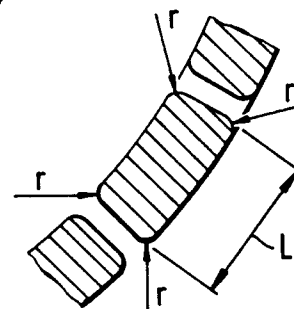


Fig. 2c





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 9670

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-2 650 254 (THE HARSHAW CHEMICAL CO.) 25.August 1953 * Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 31 * ---	1,4	H05B3/62 F27D11/02
A	US-A-2 640 861 (THE HARSHAW CHEMICAL CO.) * Abbildung 3 * ---	1	
A	DE-A-20 64 961 (ANVAR) 2.September 1971 ---		
A	EP-A-0 080 013 (ULTRA CARBON CORP) 1.Juni 1983 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H05B F27D
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10.Oktober 1995	Prüfer De Smet, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)