

Vorrichtung und Verfahren zum Ziehen eines Einkristalls aus Halbleitermaterial

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Ziehen eines Einkristalls aus
5 Halbleitermaterial aus einer Schmelze, die in einem Tiegel enthalten ist, sowie ein
Verfahren zum Ziehen eines Einkristalls aus Halbleitermaterial, im Zuge dessen die
Vorrichtung verwendet wird.

Stand der Technik / Probleme

10 Einkristalle aus Halbleitermaterial werden häufig gemäß der CZ-Methode hergestellt,
in deren Verlauf ein an einem Keimkristall wachsender Einkristall von einer Schmelze,
die in einem Tiegel enthalten ist, weg nach oben gezogen wird. In industriellem
Maßstab werden insbesondere Einkristalle aus Halbleitermaterial wie Silizium auf
diese Weise hergestellt, um sie im Anschluss zu Halbleiterscheiben und später zu
15 elektronischen Bauelementen weiterzuverarbeiten.

Eine Vorrichtung zum Anwenden der CZ-Methode umfasst in der Regel einen Tiegel,
der von einer heb- und absenkbaaren Tiegelwelle gehalten wird und eine heb- und
absenkbaare Ziehwellen, mit deren Hilfe der wachsende Einkristall von der Schmelze
20 weggezogen wird. Des Weiteren umfasst eine solche Vorrichtung unter anderem
jeweils eine Einrichtung zum Drehen der Ziehwellen und zum Drehen der Tiegelwelle.
Einkristallines Wachstum erfordert eine möglichst erschütterungsfreie Umgebung,
weshalb den Einrichtungen zur Ausführung der Drehbewegungen der Ziehwellen und
der Tiegelwelle eine besondere Bedeutung zukommt.

25 In EP 0 466 457 A1 ist eine Vorrichtung gezeigt, bei der die Einrichtung zum Drehen
der Ziehwellen einen Motor umfasst, der ein Zahnrad antreibt, welches in ein
Schneckenrad eingreift, das an der Ziehwellen befestigt ist. Die Einrichtung zum
Drehen der Tiegelwelle umfasst einen Motor, der die Tiegelwelle direkt antreibt.

30 Eine solche Vorrichtung genügt den heutigen Ansprüchen hinsichtlich des
Bereitstellens einer möglichst erschütterungsfreien Umgebung nicht mehr.

Insbesondere ist nicht gewährleistet, dass vergleichsweise langwellige Schwingungen ausreichend unterdrückt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum
5 Ziehen von Einkristallen aus Halbleitermaterial bereitzustellen, wobei die
Einrichtungen der Vorrichtung zum Drehen der Ziehwellen und der Tiegelwellen derart
gestaltet sind, dass ein erschütterungsarmer Betrieb dieser Einrichtungen
gewährleistet ist.

10 Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Ziehen eines
Einkristalls aus Halbleitermaterial aus einer Schmelze, die in einem Tiegel enthalten
ist, mit einer Einrichtung zum Drehen einer Ziehwellen und mit einer Einrichtung zum
Drehen einer Tiegelwellen, gekennzeichnet durch ein zweifaches Schneckengetriebe
15 zwischen einem Antrieb und der Ziehwellen und durch ein weiteres zweifaches
Schneckengetriebe zwischen einem weiteren Antrieb und der Tiegelwellen.

Die Vorrichtung löst nicht nur die Aufgabe, sondern stellt auch eine platzsparende und
wartungsfreundliche Lösung dar, um die Drehung der Ziehwellen und der Tiegelwellen
zu bewirken. Die beiden zweifachen Schneckengetriebe zeichnen sich durch ein
20 vergleichsweise geringes Spiel und durch vergleichsweise ausgeprägte Laufruhe aus.
Langwellige Schwingungen, die insbesondere durch niedrige Drehzahlen der
Tiegelwellen von weniger als 1 U/min und/oder in Folge von einem Wechsel der
Drehrichtung der Tiegelwellen hervorgerufen werden können, werden wirksam
unterdrückt.

25 Die Erfinder haben herausgefunden, dass zwischen der Ziehwellen und den sie in
Drehung versetzenden Antrieb beziehungsweise zwischen der Tiegelwellen und den
sie in Drehung versetzenden weiteren Antrieb jeweils ein zweifaches
Schneckengetriebe montiert sein muss. Bei einer solchen Anordnung hat der jeweilige
30 Antrieb, vorzugsweise ein Elektromotor, dessen Wellen die erste Schnecke des
jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes antreibt, eine Position seitlich der
Drehachse der Ziehwellen (beziehungsweise seitlich der Drehachse der Tiegelwellen)
mit ausreichend Abstand zur jeweiligen Drehachse. Vorzugsweise wird der jeweilige

Antrieb starr auf einer Gehäuseplatte des jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes befestigt. Eine federnde Lagerung des jeweiligen Antriebs ist also nicht vorgesehen. Die Welle des jeweiligen Antriebs ist vorzugsweise parallel zur Ziehwellen (beziehungsweise Tiegelwelle) angeordnet. Die erste Schnecke des jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes greift in ein jeweiliges erstes Schneckenrad ein, welches koaxial auf der Welle der zweiten Schnecke des jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes befestigt ist. Die zweite Schnecke des jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes greift wiederum in das jeweilige zweite Schneckenrad des jeweiligen zweifachen Schneckengetriebes ein, wobei das jeweilige zweite Schneckenrad koaxial auf der Ziehwellen (beziehungsweise Tiegelwelle) befestigt ist.

Des Weiteren ist bevorzugt, die Ziehwellen beziehungsweise die Tiegelwellen jeweils in einen oberen und einen unteren Abschnitt zu gliedern und die beiden Abschnitte jeweils über einen Kupplungsbalg zu verbinden. Darüber hinaus ist zumindest im Fall der Ziehwellen der Kupplungsbalg derart ausgeführt, dass er den oberen Abschnitt der Ziehwellen vom unteren Abschnitt der Ziehwellen elektrisch isoliert. Das ermöglicht ein einfaches Implementieren der Detektion der Oberfläche der Schmelze über einen Stromkreis der den unteren Abschnitt der Tiegelwellen umfasst.

Der Antrieb der Tiegelwellen ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass auch eine Umkehr der Drehrichtung der Tiegelwellen bewirkt werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf zwei Zeichnungen weiter erläutert.

25

Kurzbeschreibung der Figuren

Fig. 1 zeigt im Sinne eines Beispiels eine Vorrichtung zum Ziehen eines Einkristalls nach der CZ-Methode, die zur Verwirklichung der Erfindung genutzt werden kann.

Fig. 2 zeigt Merkmale einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

30

Liste der verwendeten Bezugszeichen

- 1** Einkristall
- 2** Kammer
- 3** Wärmedämmstoff
- 4** Gaseinlass
- 5 **5** Gasauslass
- 6** Heizung
- 7** Schmelze
- 8** Tiegel
- 9** Gehäuseplatte
- 10 **10** Vorrichtung zum Ziehen
- 11** wachsender Einkristall
- 12** Stützeinrichtung
- 13** Tiegelwelle
- 14** Ziehwellen
- 15 **15** Halteeinrichtung
- 16** Keimkristallhalter
- 17** Keimkristall
- 18** Magnetfelderzeugungsspule
- 19** Steuerung
- 20 **20** Einrichtung zum Drehen der Ziehwellen
- 21** Einrichtung zum Drehen der Tiegelwellen
- 22** Antrieb
- 23** Antriebswellen
- 24** erste Schnecke
- 25 **25** erstes Schneckenrad
- 26** zweite Schnecke
- 27** zweites Schneckenrad
- 28** oberer Abschnitt der Ziehwellen
- 29** unterer Abschnitt der Ziehwellen
- 30 **30** Balgkupplung
- 31** weiterer Antrieb
- 32** weitere Antriebswellen
- 33** weitere erste Schnecke

- 34** weiteres erstes Schneckenrad
- 35** weitere zweite Schnecke
- 36** weiteres zweites Schneckenrad
- 37** unterer Abschnitt der Tiegelwelle
- 5 **38** oberer Abschnitt der Tiegelwelle
- 39** weitere Balgkupplung
- 40** weitere Gehäuseplatte
- D** Drehachse

- 10 Fig.1 zeigt im Sinne eines Beispiels eine Vorrichtung 10 zum Ziehen eines Einkristalls 1 aus Halbleitermaterial aus einer Schmelze 7, die erfindungsgemäß genutzt werden kann. Sie umfasst eine Kammer 2, eine Heizung 6, einen Tiegel 8, eine Tiegelwelle 13, eine Ziehwellen 14 und eine Magnetfelderzeugungsspule 18 auf. Eine Innenwand der Kammer 2 ist mit einem Wärmedämmstoff 3 versehen. Im oberen Teil der
- 15 Kammer 2 ist ein Gaseinlass 4 vorgesehen, durch den ein Inertgas wie Argon eingeleitet wird, und am unteren Teil der Kammer 2 ist ein Gasauslass 5 vorgesehen. Der Tiegel 8 stützt einen Innentiegel, der mit der Schmelze 7 aus Halbleitermaterial gefüllt ist. Um den Tiegel 8 herum ist die Heizung 6 vorgesehen, um festes Halbleitermaterial zu schmelzen und in geschmolzenem Zustand zu halten. Die
- 20 Tiegelwelle 13 erstreckt sich von einem unteren Ende des Tiegels 8 zum Boden der Kammer und wird von einer Stützeinrichtung 12 gelagert. Die Tiegelwelle 13 kann durch die Stützeinrichtung 12 gedreht und angehoben und abgesenkt werden. Die Ziehwellen 14 wird am oberen Ende von einer Halteeinrichtung 15 gehalten und kann mit Hilfe der Halteeinrichtung 15 um eine Drehachse D gedreht und angehoben und
- 25 abgesenkt werden. Die Stützeinrichtung 12 und die Halteeinrichtung 15 werden von einer Steuerung 19 gesteuert. Indem ein Strom durch die Magnetfelderzeugungsspule 18 geleitet wird, kann ein Magnetfeld, beispielsweise ein horizontales Magnetfeld, der Schmelze 7 aufgebracht werden. Darüber hinaus kann auch ein Hitzeschild (ist in der Abbildung nicht dargestellt) um den wachsenden Einkristall 11
- 30 angeordnet sein. Die Bezugszahlen 16 und 17 bezeichnen einen Keimkristallhalter und einen Keimkristall.

Entsprechend der Darstellung gemäß Fig.2 umfasst die Halteeinrichtung 15 eine Einrichtung 20 zum Drehen der Ziehwellen 14 und die Stützeinrichtung 12 eine

Einrichtung 21 zum Drehen der Tiegelwelle 13. Die Einrichtungen 20 und 21 sind erfindungsgemäß ausgebildet.

Die Einrichtung 20 zum Drehen der Ziehwellen 14 umfasst einen Antrieb 22 mit einer Antriebswelle 23, die eine erste Schnecke 24 antreibt. Die erste Schnecke 24 greift in ein erstes Schneckenrad 25 ein, das koaxial an einer Welle einer zweiten Schnecke 26 fixiert ist. Die zweite Schnecke 26 greift in ein zweites Schneckenrad 27 ein, das koaxial an einem oberen Abschnitt 28 der Ziehwellen 14 fixiert ist. Die erste und zweite Schnecke 24, 26 und das erste und zweite Schneckenrad 25, 27 bilden gemeinsam ein zweifaches Schneckengetriebe. Der Antrieb 22 ist starr auf einer Gehäuseplatte 9 des zweifachen Schneckengetriebes befestigt. Zwischen dem oberen Abschnitt 28 der Ziehwellen 14 und einem unteren Abschnitt 29 der Ziehwellen 14 ist eine erste Balgkupplung 30 angeordnet, die den oberen Abschnitt 28 der Ziehwellen 14 vom unteren Abschnitt 29 der Ziehwellen 14 elektrisch isoliert.

Die Einrichtung 21 zum Drehen der Tiegelwelle 13 umfasst einen weiteren Antrieb 31 mit einer weiteren Antriebswelle 32, die eine weitere erste Schnecke 33 antreibt. Die weitere erste Schnecke 33 greift in ein weiteres erstes Schneckenrad 34 ein, das koaxial an einer Welle einer weiteren zweiten Schnecke 35 fixiert ist. Die weitere zweite Schnecke 35 greift in ein weiteres zweites Schneckenrad 36 ein, das koaxial an einem unteren Abschnitt 37 der Tiegelwelle 13 fixiert ist. Die weitere erste und zweite Schnecke 33, 35 und das weitere erste und zweite Schneckenrad 34, 36 bilden gemeinsam ein weiteres zweifaches Schneckengetriebe. Der weitere Antrieb 31 ist starr auf einer weiteren Gehäuseplatte 40 des weiteren zweifachen Schneckengetriebes befestigt. Zwischen dem unteren Abschnitt 37 der Tiegelwelle 13 und einem oberen Abschnitt 38 der Tiegelwelle 13 ist eine weitere Balgkupplung 39 angeordnet.

Die vorstehende Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen ist exemplarisch zu verstehen. Die damit erfolgte Offenbarung ermöglicht es dem Fachmann einerseits, die vorliegende Erfindung und die damit verbundenen Vorteile zu verstehen, und umfasst andererseits im Verständnis des Fachmanns auch offensichtliche Abänderungen und Modifikationen der beschriebenen Strukturen und Verfahren.

Daher sollen alle derartigen Abänderungen und Modifikationen sowie Äquivalente durch den Schutzbereich der Ansprüche abgedeckt sein.