



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 197 81 966 B4 2008.05.08**

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **197 81 966.4**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/03042**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/010125**
 (86) PCT-Anmeldetag: **29.08.1997**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.03.1998**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **15.07.1999**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **C30B 15/30 (2006.01)**
C30B 15/32 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

8/232910	03.09.1996	JP
8/236361	06.09.1996	JP
8/236654	06.09.1996	JP

(62) Teilung in:

197 58 945.6

(73) Patentinhaber:

**Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp., Tokio/Toyko,
 JP**

(74) Vertreter:

TER MEER STEINMEISTER & Partner GbR
Patentanwälte, 81679 München

(72) Erfinder:

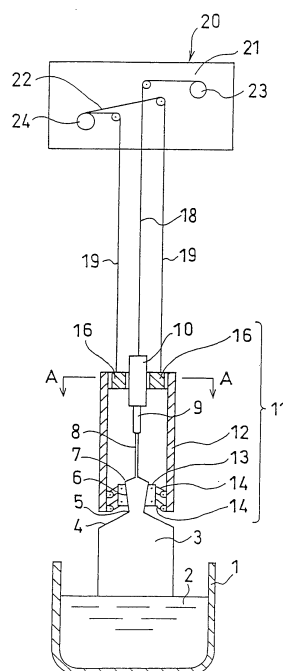
Nishiura, Kiyofumi, Nara, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

US 51 26 113 A
JP 05-2 70 975 A
JP 03-2 95 893 AA
JP 03-2 85 893 AA
EP 04 49 260 A2

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen, mit einer Hauptzieheinrichtung (21) vom Drahttyp zum Ausbilden eines gestuften Angreifteils (6) in Form eines umgekehrten Kegels am zu ziehenden Einkristall, während dieser gedreht wird, einem Haltemechanismus (11) zum Angreifen am gestuften Angreifteil des Einkristalls über Angreifelemente und einer Unterzieheinrichtung (22) vom Drahttyp zum Verstellen des Haltemechanismus (11) nach oben und unten, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterzieheinrichtung (22) den Haltemechanismus (11) mittels einer Ausgleichseinrichtung (16) zum Verhindern eines Verkippens des Haltemechanismus (11) nach oben und unten verstellt und ihn synchron mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung anhebt und die Ausgleichseinrichtung (16) durch einen Halter (12) mittels Stiften (17) gehalten wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ziehvorrichtung zum Herstellen von Einkristallen durch das Czochralskiverfahren (nachfolgend einfach als "CZ-Verfahren" bezeichnet), und spezieller betrifft sie eine Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen, die auch schwere Einkristalle ziehen kann, ohne dass die Gefahr eines Herabstürzens des Kristalls besteht.

Hintergrundbildende Technik

[0002] Es existieren viele Verfahren zum Herstellen von Einkristallen. Unter diesen wird häufig das CZ-Verfahren zum Züchten von Siliziumeinkristallen bei industrieller Massenherstellung verwendet. Bei diesem Verfahren wird ein Einkristall dadurch hergestellt, dass als Erstes ein Kristallkeim in Kontakt mit der Oberfläche der Schmelze eines in einem Tiegel enthaltenen zu kristallisierenden Materials gebracht wird und dann der Tiegel gedreht wird und der Kristallkeim nach oben gezogen wird, während er in der Richtung entgegengesetzt zur Drehrichtung des Tiegels gedreht wird, wobei aufgrund der am unteren Ende des Kristallkeims erstarrenden Schmelze ein Einkristall wächst.

[0003] Beim Herstellen eines Einkristalls unter Verwendung des CZ-Verfahrens ist es erforderlich, Versetzungen vollständig zu beseitigen, wie sie durch den Wärmeschock erzeugt werden, wenn der Kristallkeim in Kontakt mit der Schmelze gebracht wird, damit sich keine Versetzungen in das Volumen des Einkristalls ausbreiten. Um diesem Erfordernis zu genügen, wird im Allgemeinen ein sogenannter "Halseinschnürungsprozess" verwendet. Bei diesem Prozess wird der Durchmesser eines Einkristalls auf einen kleinen Wert verringert, um Versetzungen an der Kristalloberfläche zu beseitigen und einen von Versetzungen freien Einkristall zu erhalten. Der Durchmesser der Halseinschnürung, wie zum Entfernen von Versetzungen erforderlich, beträgt ungefähr 3 mm, und seine Länge beträgt 30 mm.

[0004] Das Gewicht eines durch das CZ-Verfahren hergestellten Einkristalls war bisher auf ungefähr 20 bis 30 kg begrenzt. Jedoch entstanden in den letzten Jahren starke Forderungen hinsichtlich einer Erhöhung des Wirkungsgrads bei der Herstellung von Halbleitern, was zur Tendenz erhöhter Durchmesser und Längen von Einkristallen führte. Im Ergebnis werden häufig Einkristalle mit 100 kg oder mehr erzeugt. Das Gewicht eines Einkristalls wird durch den schlanken, verjüngten Halseinschnürungsteil getragen. Jedoch besteht hinsichtlich des Lasthaltevermögens des Halseinschnürungsteils eine Grenze, so dass das Gewicht hergestellter Einkristalle nicht beliebig erhöht werden kann. Wenn ein Einkristall

schwer ist und er während des Ziehvorgangs eine Torsionskraft oder eine Biegespannung erfährt, reißt sein Halseinschnürungsteil, und der Einkristall fällt in die Schmelze im Tiegel. Dies führt nicht nur zu Unannehmlichkeiten wie einer Beschädigung der Ziehvorrichtung, einem Überfließen der Schmelze und einer Explosion von Dämpfen, sondern es treten auch Verletzungen und sogar Todesfälle auf.

[0005] Um Unfälle wie das Herabstürzen von Einkristallen während des Ziehvorgangs, deren Auftretenswahrscheinlichkeit zunimmt, wenn Einkristalle immer schwerer werden, wurden verbesserte Ziehvorrichtungen vorgeschlagen (siehe z. B. JP-A-3-285893 und JP-A-3-295893). Dabei wird das Herabstürzen eines Einkristalls im Verlauf des Ziehvorgangs dadurch verhindert, dass eine Konstruktion verhindert wird, bei der im oberen Teil des Einkristalls ein gestufter Angreifeteil ausgebildet wird, der durch mehrere Haken oder mehrere Greifhalter mit jeweils einem Haken ergriffen wird. So kann auch ein schwerer Einkristall zuverlässig und sicher gezogen werden, wenn die vorgeschlagenen Ziehvorrichtungen mit einer derartigen Konstruktion verwendet werden.

[0006] Die in JP-A-3-285893 und JP-A-3-295893 offenbarten Ziehvorrichtungen sorgen dafür, dass die Haken oder die Haken oder die Greifhalter mit Haken am am Einkristall ausgebildeten gestuften Angreifeteil angreifen und diesen festhalten, wobei es bei dieser Vorrichtungsart aus Qualitätsgründen wichtig ist, eine Verschiebung des Zentrums eines Einkristalls gegen die Ziehachse während des Ziehvorgangs zu beseitigen. So verfügen die oben genannten Ziehvorrichtungen über mehrere Haken oder mehrere Greifhalter, damit die Verschiebung durch Feineinstellung der einzelnen Haken oder Greifhalter beseitigt werden kann, so dass das Angreifen am gestuften Angreifeteil eines Einkristalls sowie das Festhalten desselben zuverlässig werden.

[0007] Da jedoch Einkristalle in einer geschlossenen Vakuumkammer gezogen werden, ist es extrem schwierig, die Haken oder Greifhalter von außen durch Fernbetätigung in solcher Weise feineinzustellen, dass sie mit dem gestuften Angreifeteil des Einkristalls übereinstimmen, der dauernd angehoben und gedreht wird. Im Ergebnis besteht die Tendenz, dass bei dem Einstellen ihrer Positionen, an denen sie am gestuften Angreifeteil angreifen, Fehler auftreten, und wenn einmal eine Verschiebung aufgetreten ist, ergibt sich nicht nur eine deutliche Beeinträchtigung der Qualität eines gezogenen Einkristalls, sondern der Einkristall wird auch aufgrund einer während des Ziehvorgangs wirkenden Torsionskraft so stark gekippt, dass die Haken oder Greifhalter außer Eingriff gelangen können, wodurch der Einkristall herabstürzt.

[0008] Die US 5,126,113 A offenbart eine Ziehvor-

richtung, die einen Einkristall erzeugt und die eine Hauptziehvorrichtung sowie Unterziehvorrichtungen mit einem Haltemechanismus zum Greifen eines abgestuften Abschnitts des Einkristalls über Eingriffsmittel aufweist. Diese bekannte Vorrichtung offenbart keine Maßnahmen, eine Verkippung des Haltemechanismus zu verhindern. Durch derartige Verkippungen kann es zum Zerstören des Einkristalls während des Ziehvorgangs kommen.

[0009] Die JP 05-270 975 A offenbart eine Vorrichtung zum Ziehen von Kristallen, die einen Torsionsverhinderungsring aufweist. Dieser Torsionsverhinderungsring ist als runde Platte ausgebildet, in welcher zwei Führungslöcher an Orten vorgesehen sind, wo zwei Unterziehdrähte durch die Platte hindurchlaufen. Ein Hauptziehdraht ist in der Mitte des Torsionsverhinderungsringes befestigt und die beiden Führungslöcher liegen bezüglich der Mitte des Torsionsverhinderungsringes einander gegenüber. Dieser Aufbau sorgt dafür, dass ein Verdrehen der Unterziehdrähte gegenüber dem Hauptzugdraht zwischen dem Kopf und einem Zugring verhindert wird.

[0010] Ein derartiger Torsionsverhinderungsring dient dazu, Hilfs- oder Unterziehdrähte daran zu hindern, sich um den Hauptzugdraht zwischen dem Kopf und dem Zugring torsionsartig zu verdrehen, da der Hauptzugdraht in der Mitte des Torsionsverhinderungsringes fixiert ist, wobei die Unterziehdrähte durch die beiden Führungslöcher hindurchgeführt sind, die auf voneinander abgewandten Seiten gegenüber der Mitte des Torsionsverhinderungsringes vorgesehen sind. Dieser Ring ist nicht in der Lage, ein Verkippfen oder eine Neigung des Zugrings zu verhindern.

Offenbarung der Erfindung

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen zu schaffen, mit der Einkristalle wirkungsvoll und sicher hergestellt werden können, ohne dass der Einkristall beim Ziehvorgang herabstürzen kann, und zwar selbst dann, wenn ein schwerer Kristall gezogen wird, d. h., dass die Vorrichtung zuverlässig am am Einkristall vorhandenen gestuften Angreiffteil angreifen soll.

[0012] Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] Die erfindungsgemäß vorgesehene Einrichtung zum Verhindern eines Verkippens ist über Verbindungsstifte an einem Halter abgestützt und hängt an den beiden Unterziehdrähten. Aufgrund dieser Ausgestaltung des Haltemechanismus neigt sich die Einrichtung zum Verhindern eines Verkippens wenn die beiden Unterziehdrähte ungleichmäßig auf- oder abgewickelt werden. Eine derartige Neigung der Einrichtung wird jedoch absorbiert, da der Halter, der

über die Verbindungsstifte an der Einrichtung angelehnt ist, durch die Erdanziehungskraft stets in vertikaler Richtung gehalten wird.

[0014] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0015] Durch Verwenden derartiger Steuerungssysteme kann die Vorrichtung einen Einkristall ziehen, während die Ziehgeschwindigkeit und die Lastverteilung zwischen einer Hauptzieheinrichtung und einer Unterzieheinrichtung eingestellt werden.

[0016] Als Angreifelement des Haltemechanismus werden gemäß einer Weiterbildung der Erfindung solche mit Selbstklemmfunktion verwendet, die dazu dient, Ungleichmäßigkeiten in der Umfangsform des gestuften Angreiffteils durch Betätigung von Verbindungshebeln **14** oder Klemmhebeln **15** aufzuheben. Im Ergebnis können die Angreifelemente den gestuften Angreiffteil durch Oberflächenkontakt selbst dann sicher halten, wenn der gestufte Angreiffteil ungleichmäßige Form aufweist, wodurch Unfälle durch Herabstürzen von Einkristallen vermieden werden können. "Angreifelemente mit Selbstklemmfunktion" soll Angreifelemente bezeichnen, die in zweckdienlicher Weise am Angreiffteil angreifen, während sie sich leicht öffnen, wenn sie nach oben gezogen werden, während sie sich schließen, wenn sie nach unten geschoben werden, was durch Betätigen der Verbindungshebel **14** oder der Klemmhebel **15** erfolgt, wie es in den [Fig. 1](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) dargestellt ist, auf die später Bezug genommen wird (die Angreifelemente sind z. B. Klemmhaken **13**, Verbindungshebel **14**, Stifte **34** und Langlöcher **35** oder Klemmhebel **15**).

[0017] Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung können solche Angreifelemente vorgesehen sein, die einteilig aus einem Haltehebel **42** und einem Drehhebel **43** bestehen, wie es in den [Fig. 9](#) und [11](#) dargestellt ist, auf die später Bezug genommen wird. Der distale Endteil des Drehhebels **43** innerhalb der das Angreifelement bildenden Komponenten steht in Kontakt mit einer Schubstange **44**.

[0018] Im Ergebnis kann durch die Erfindung eine Verkippung des Haltemechanismus **11** vermieden werden, wodurch stabiler Ziehbetrieb realisiert wird und die Qualität von Einkristallen verbessert wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] [Fig. 1](#) ist eine geschnittene Längsansicht zum Veranschaulichen eines beispielhaften allgemeinen Aufbaus einer ersten Ziehvorrichtung gemäß der Erfindung, und [Fig. 2](#) ist ein Querschnitt eines Haltemechanismus und einer Einrichtung entlang einer Linie A-A in [Fig. 1](#) und in [Fig. 8](#) auf die später Bezug genommen wird.

[0020] [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) sind Diagramme zum Veranschaulichen der Konstruktion eines Angreifelements, das am Haltemechanismus der in [Fig. 1](#) dargestellten ersten Ziehvorrichtung vorhanden ist, wobei [Fig. 3A](#) ein Diagramm ist, das die allgemeine Konstruktion veranschaulicht, während die [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) Diagramme sind, die Details veranschaulichen.

[0021] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen von Steuerungssystemen von Ziehmotoren bei einer erfindungsgemäßen Ziehvorrichtung, und [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das die Änderung einer vom Haltemechanismus der Ziehvorrichtung getragenen Last zeigt.

[0022] [Fig. 6](#) ist eine geschnittene Längsansicht, die eine andere beispielhafte Konstruktion der ersten Ziehvorrichtung veranschaulicht, und [Fig. 7](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen der Konstruktion eines Angreifelements, das an einem Ziehmechanismus der in [Fig. 6](#) dargestellten Ziehvorrichtung vorhanden ist.

[0023] [Fig. 8](#) ist eine geschnittene Längsansicht zum Veranschaulichen eines beispielhaften allgemeinen Aufbaus einer zweiten Ziehvorrichtung gemäß der Erfindung, und [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht zum Veranschaulichen einer beispielhaften Konstruktion von Angreifelementen, wie sie an einem Haltemechanismus vorhanden sind, gesehen entlang einer Linie B-B in [Fig. 8](#).

[0024] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen, wie die Angreifelemente sich in Zusammenhang mit dem Absenken des Haltemechanismus bei der zweiten Ziehvorrichtung drehen.

Beste Art zum Ausführen der Erfindung

[0025] Nun wird eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen speziell beschrieben.

1. Erste Ziehvorrichtung

[0026] Die erste erfindungsgemäße Ziehvorrichtung unterzieht einen Kristallkeim dadurch einem Halseinschnürungsprozess, dass dafür gesorgt, dass eine Hauptzieheinrichtung als Erstes den Kristallkeim in die Oberfläche einer Schmelze eintaucht und danach einen Kristall zieht, während dieser gedreht wird, und sie dann einen gestuften Angreifeil mit umgekehrter Kegelform am Einkristall ausbildet, woraufhin sie eine Schulter ausbildet und schließlich das Volumen des Einkristalls zieht. Andererseits wird, während das Gewicht des Einkristalls mit fortschreitendem Ziehvorgang zunimmt, der Betrieb einer Unterzieheinrichtung zum Halten des Einkristalls, bevor dessen Gewicht die Lastgrenze erreicht, die durch den Halsein-

schnürungsteil gehalten werden kann, gestartet.

[0027] Ein spezielles Betriebsbeispiel für die Vorrichtung ist das folgende. Wenn ein Haltemechanismus, der in einer oberen Stellung bereitsteht, durch den Absenkvorgang der Unterzieheinrichtung abgesenkt wird, ermöglichen es am Haltemechanismus vorhandene Angreifelemente, dass der Abschnitt des gestuften Angreifeils mit umgekehrter Kegelform mit großem Durchmesser durch die geöffneten Angreifelemente hindurchtreten kann, während sie durch den gestuften Angreifeil nach oben geschoben werden. Wenn die Angreifelemente durch das Gewicht des Einkristalls belastet werden, nachdem der Abschnitt des gestuften Angreifeils mit großem Durchmesser durch sie hindurchgetreten ist, üben diese Angreifelemente durch die Funktion von Verbindungshebeln oder Klemmhebeln eine Selbstklemmfunktion aus. Dabei sorgt eine Verkippungsverhinderungseinrichtung für den Haltemechanismus, wie eine Ausgleichseinrichtung, dafür, dass der Einkristall an seinem gestuften Angreifeil zuverlässig ergriffen wird, und sie beseitigt auch eine Verschiebung des gezogenen Einkristalls.

[0028] Wenn der Haltemechanismus seine Funktion des Angreifens am Einkristall sowie des Festhaltens desselben abschließt, wird er mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung, synchron mit derjenigen der Unterzieheinrichtung, angehoben. Ferner können die Ziehgeschwindigkeit und die Lastverteilung des Einkristalls dadurch gesteuert werden, dass der Antriebsmotor der Hauptzieheinrichtung durch ein Geschwindigkeitssteuerungssystem betrieben wird und der Antriebsmotor der Unterzieheinrichtung durch ein Zugkraft-Steuerungssystem betrieben wird.

[0029] Nachfolgend werden spezielle beispielhafte Konstruktionen (Ausführungsbeispiele 1 bis 2) der ersten Ziehvorrichtung auf Grundlage der Zeichnungen beschrieben.

1-1. Ausführungsbeispiel 1

[0030] [Fig. 1](#) ist eine geschnittene Längsansicht zum Veranschaulichen des allgemeinen Aufbaus des Ausführungsbeispiels 1 der ersten erfindungsgemäßen Ziehvorrichtung. Wie es in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ist ein Tiegel **1** im Zentrum einer Vakuumkammer (nicht dargestellt) vorhanden, und er enthält eine Schmelze **2** von Polysilizium, das als Ausgangsmaterial dient. Über dem Tiegel **1** befinden sich ein Kristallkeimhalter **10** und ein Haltemechanismus **11**. Ferner befinden sich über dem Halter **10** und dem Mechanismus **11** eine Hauptzieheinrichtung **21** und eine Unterzieheinrichtung **22**. Die Einrichtung **21** zieht einen Siliziumeinkristall **3** unter Drehung desselben, und die Einrichtung **22** verstellt den Haltemechanismus **11** nach oben und unten. Die Einrichtungen **21** und **22** bilden einen Ziehmechanismus **20**.

[0031] Beim Ausführungsbeispiel 1 sind ein einzelner Hauptdraht **18**, der durch die Hauptzieheinrichtung **21** aufzuwickeln ist, und zwei Unterdrähte **19**, die durch die Unterzieheinrichtung **22** aufzuwickeln sind, so aufgehängt, dass sie unabhängig voneinander nach oben und unten verstellbar sind. Ferner wird der Ziehmechanismus **20** mit der Hauptzieheinrichtung **21** und der Unterzieheinrichtung **22** durch eine nicht dargestellte Konstruktion in einer vorbestimmten Richtung gedreht, um einen Einkristall während des Ziehvorgangs mit konstanter Geschwindigkeit zu drehen.

[0032] Der Kristallkeimhalter **10** ist am unteren Ende des Hauptdrahts **18** befestigt, während der Haltemechanismus **11** an den distalen Enden der zwei Unterdrähte **19** über eine Ausgleichseinrichtung **16** angeordnet ist. Die bei diesem Ausführungsbeispiel verwendete Ausgleichseinrichtung **16** wirkt als Verkippsverhinderungseinrichtung für den Haltemechanismus **11**.

[0033] [Fig. 2](#) ist ein Querschnitt des Haltemechanismus und der Ausgleichseinrichtung entlang der Linie A-A. Die Konstruktion des Haltemechanismus ist bei der ersten Ziehvorrichtung dergestalt, dass, wie es in [Fig. 2](#) dargestellt ist, die Ausgleichseinrichtung **16** durch einen Halter **12** mittels Stiften **17** gehalten wird, wobei sie an den zwei Unterdrähten **19** aufgehängt ist. Da der Haltemechanismus eine solche Konstruktion aufweist, verkippt die Ausgleichseinrichtung **16**, wenn die zwei Unterdrähte **19** nicht phasengleich auf- oder abgewickelt werden. Jedoch wird eine derartige Verkipfung der Ausgleichseinrichtung **16** aufgefangen, da der Halter **12**, der sie über die Stifte **17** trägt, durch die Schwerkraft immer in der vertikalen Richtung gehalten wird.

[0034] Die [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) zeigen Diagramme zum Veranschaulichen der Konstruktion jedes Angreifelements am Haltemechanismus des Ausführungsbeispiels 1, wobei [Fig. 3A](#) die allgemeine Konstruktion zeigt und die [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) Einzelheiten in Abschnitten X und Y der allgemeinen Konstruktion zeigen. Wie es aus den [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) erkennbar ist, ist das Angreifelement am unteren Ende der Innenfläche des Halters **2** angeordnet, und es umfasst einen einzelnen Klemmhaken **13** sowie einen oberen und einen unteren Verbindungshebel **14** für denselben. Die Verbindungshebel **14** können in beliebiger Weise am Halter **12** befestigt sein, und der Klemmhaken **13** kann in beliebiger Weise an den Verbindungshebeln **14** befestigt sein, solange die Verbindungshebel **14** und der Haken **13** verdrehbar gelagert sind.

[0035] Wie es in den Einzelheiten des Abschnitts X in [Fig. 3B](#) dargestellt ist, ist ein Langloch **35**, dessen Durchmesser größer als der eines Stifts **34** ist, in mindestens einem der Verbindungsabschnitte des obe-

ren und unteren Verbindungshebels **14** angeordnet. Durch diese Anordnung können selbst dann, wenn der gestufte Angreifeil ungleichmäßige Form aufweist, die Angreifflächen der Klemmhaken in eine einzelne Stellung eingestellt werden, um an jede Form des gestuften Angreifeils anpassbar zu sein, weswegen die Angreifelemente selbst einen schweren Einkristall zuverlässig ergreifen können. Ferner kann, wie es in den Einzelheiten zum Abschnitt Y in [Fig. 3C](#) dargestellt ist, die Angreifelemente einen Einkristall zuverlässiger ergreifen, wenn an der Angreiffläche jedes Klemmhakens viele sägezahnförmige oder gewellte Vorsprünge vorhanden sind. Es ist zu beachten, dass der Klemmhaken wünschenswerterweise aus einem hochschmelzenden Metall, wie Molybdän, das hohe Beständigkeit gegen hohe Temperaturen zeigt und nicht verunreinigend ist, hergestellt ist. Es ist ferner zu beachten, dass der Kontaktwinkel Θ zwischen den gewellten Vorsprüngen und dem gestuften Angreifeil, wie in [Fig. 3C](#) dargestellt, wünschenswerterweise auf 90° oder mehr eingestellt ist.

[0036] Durch Verwenden der in den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) dargestellten Konstruktion für jedes Angreifelement üben die Angreifelemente, wenn das Gewicht eines Einkristalls an den Klemmhaken **13** und den Verbindungshebeln **14** hängt, durch die Funktion der oben beschriebenen Verbindungshebel eine Selbstklemmfunktion aus, weswegen sie den gestuften Angreifeil eines Einkristalls angemessen halten können. Ferner müssen mehrere Angreifelemente am Innenumfang des Halters **12** vorhanden sein, und beim Ausführungsbeispiel wurden mindestens drei Angreifelemente angebracht, um eine Positionsverschiebung zu verhindern.

[0037] Als Nächstes wird ein spezieller Betriebsablauf beschrieben. Zu Beginn des Ziehens eines Einkristalls steht die Unterzieheinrichtung **22** bereit, wobei der Haltemechanismus **11** in seiner oberen Stellung gehalten ist. Andererseits wird am Kristallkeimhalter **10**, der am distalen Ende der Hauptzieheinrichtung **21** vorhanden ist, ein Kristallkeim **9** befestigt, der dann im zentralen Teil einer Siliziumschmelze **2** in Kontakt mit der Oberfläche derselben gebracht wird. Danach wird die Hauptzieheinrichtung **21** so betrieben, dass sie den Kristallkeim **9** unter Drehung desselben langsam anhebt, um dadurch eine Halseinschnürung (eingeschnürter Keimabschnitt) **8** auszubilden. Dann wird die Ziehgeschwindigkeit für den Einkristall verringert, um seinen Durchmesser zu erhöhen, um dadurch einen Abschnitt **7** mit großem Durchmesser auszubilden. Danach wird der Durchmesser des Einkristalls allmählich so verringert, dass er so klein wie der eingeschnürte Abschnitt **5** ist, um dadurch einen gestuften Angreifeil **6** auszubilden, dessen Querschnitt derjenige eines umgekehrten Kegels ist.

[0038] Nachdem der gestufte Angreifeil **6** ausgebildet wurde, wird der Durchmesser des Einkristalls erneut erhöht, um dadurch eine Schulter **4** auszubilden. Danach werden die Zieh- und Drehgeschwindigkeiten auf reguläre Bedingungen eingestellt, so dass der Ablauf zum nächsten Schritt des Ziehens eines Volumeneinkristalls **3** mit vorbestimmtem Durchmesser übergeht.

[0039] Nachdem der reguläre Einkristall-Ziehvorgang gestartet wurde, wird der Haltemechanismus **11**, der in seiner oberen Stellung bereitstand, abgesenkt, wenn das Gewicht des gezogenen Einkristalls einen vorbestimmten Wert erreicht hat, z. B. dann, wenn der Volumeneinkristall **3** eine Länge von 1 m erreicht hat. Während des Absenkens des Mechanismus **11** werden die Klemmhaken **13**, die in Kontakt mit dem Abschnitt **7** großen Durchmessers des Einkristalls treten, nach oben geschoben, wobei sie diesen Abschnitt **7** großen Durchmessers hindurchlaufen lassen, wie oben beschrieben. Danach greifen die Klemmhaken **13** durch die Selbstklemmfunktion aufgrund der Funktion der Verbindungshebel, der Stifte und der Langlöcher zuverlässig am gestuften Angreifeil **6** an. Dann hebt die Unterzieheinrichtung **22** den Haltemechanismus **11** synchron mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung **21** an. Es ist zu beachten, dass der Zeitpunkt, zu dem die Unterzieheinrichtung **22** den Haltemechanismus **11** mit dem durch die Klemmhaken **13**, die die Angreifelemente bilden, ergriffenen Einkristall anhebt, nach dem Zeitpunkt liegen kann, zu dem das Gewicht des Einkristalls einen vorbestimmten Wert erreicht hat, d. h. zumindest in der zweiten Hälfte des Ziehvorgangs.

[0040] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen von Ziehmotor-Steuerungssystemen bei einer drahtbetriebenen Ziehvorrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel. Zum Anheben des Haltemechanismus **11**, wobei die Unterzieheinrichtung **22** mit der Hauptzieheinrichtung **21** synchronisiert ist, ist es erwünscht, dass ein Hauptmotor **23** der Hauptzieheinrichtung **21** auf Grundlage einer Drehzahlsteuerung betrieben wird und ein Untermotor **24** der Unterzieheinrichtung **22** auf Grundlage einer Zugkraftsteuerung betrieben wird.

[0041] Durch Verwenden derartiger Steuerungssysteme für die Ziehmotoren kann das Gewicht eines Einkristalls teilweise vom Haltemechanismus der Unterzieheinrichtung aufgenommen werden, wie es in [Fig. 5](#) dargestellt ist. Daher kann eine Wechselwirkung zwischen den Ziehmotor-Steuerungssystemen verhindert werden, und es können die Ziehgeschwindigkeit und das Lastverhältnis zwischen dem Hauptmotor und dem Untermotor genau eingestellt werden, wodurch ein Einkristall-Ziehvorgang frei von Stößen realisierbar ist.

1-2. Ausführungsbeispiel 2

[0042] [Fig. 6](#) ist eine geschnittene Längsansicht zum Veranschaulichen eines beispielhaften Aufbaus des Ausführungsbeispiels 2 der ersten Ziehvorrichtung. Im Vergleich mit dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel 1 unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel 2 im Aufbau der Klemmhebel **15**, die als Angreifelemente am Haltemechanismus **11** vorhanden sind, jedoch ist der andere Teil der Konstruktion ähnlich dem beim Ausführungsbeispiel 1.

[0043] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen der Konstruktion jedes Angreifelements am Haltemechanismus des Ausführungsbeispiels 2. Die Angreifelemente sind am unteren Endteil der Innenfläche des Halters **12** vorhanden, und es sind mehrere Klemmhebel **15** drehbar gelagert. Im Ergebnis können sich die Klemmhebel **15** um Drehpunkte, die seitens des Halters **12** vorhanden sind, im Wesentlichen senkrecht nach oben verdrehen. Wenn sie jedoch einmal in Abwärtsrichtung belastet sind, können die Klemmhebel **15** am gestuften Angreifeil eines Einkristalls aufgrund ihrer Selbstklemmfunktion angreifen. So ist der Klemmmechanismus unter Verwendung der Angreifelemente des Ausführungsbeispiels 2 einfach ausgebildet. Außerdem kann, da ein Einkristall durch die Endfläche der Klemmhebel geklemmt wird, die Länge des verjüngten Abschnitts des gestuften Angreifeils des Einkristalls relativ kurz sein.

[0044] Hinsichtlich der Funktion der Vorrichtung des Betriebsverfahrens derselben, was z. B. die in [Fig. 4](#) veranschaulichten und oben genannten Ziehmotor-Steuerungssysteme beim Einkristall-Ziehvorgang betrifft, können diejenigen des Ausführungsbeispiels 1 in ähnlicher Weise angewandt werden.

2. Zweite Ziehvorrichtung

[0045] Eine zweite Ziehvorrichtung gemäß der Erfindung, die der ersten Ziehvorrichtung ähnlich ist, führt den Halseinschnürungsprozess mit der Hauptzieheinrichtung aus, erzeugt dann einen gestuften Angreifeil mit umgekehrter Kegelform an einem Einkristall, bildet dann eine Schulter aus und zieht schließlich den Volumeneinkristall. Andererseits beginnt, während das Gewicht des Einkristalls im Verlauf des Ziehvorgangs zunimmt, die Unterzieheinrichtung ihren Betrieb des Haltens des Einkristalls, bevor das Gewicht desselben die Grenze der Belastung erreicht hat, die der Halseinschnürungsteil halten kann.

[0046] Der spezielle Betrieb der Vorrichtung ist der folgende. Ein Haltemechanismus, der in einer oberen Stellung bereitsteht, wird durch den Absenkvorgang der Unterzieheinrichtung abgesenkt. Für den Absenkvorgang fahren am unteren Ende des Halteme-

chanismus vorhandene Schubstangen hoch, während sie durch die Schulter eines Einkristalls an einer vorbestimmten Position nach oben gedrückt werden. Durch diesen Hochfahrvorgang werden nicht nur drehbare Hebel der Angreifelemente, die in Kontakt mit den Schubstangen stehen, nach oben gedrückt, sondern es verdrehen sich auch Haltehebel, um dadurch am gestuften Angreifeil des Einkristalls anzugreifen. Die Aufnahmeflächen der Haltehebel, die durch Verdrehen geschlossen wurden, bilden eine Ringform ohne Unterbrechungslinie, wodurch sie zuverlässig am Einkristall angreifen und diesen festhalten können.

[0047] Wenn die Haltehebel des Haltemechanismus ihre Funktion des Ergreifens und Festhaltens des Einkristalls beenden, wird der Haltemechanismus mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung synchron mit der Unterzieheinrichtung angehoben. Dabei ist es wünschenswert, eine Verkippungsverhinderungseinrichtung wie eine Ausgleichseinrichtung bereitzustellen, um eine Verkippung des Haltemechanismus zu beseitigen. Unten wird ein spezieller beispielhafter Aufbau der zweiten Ziehvorrichtung auf Grundlage der Zeichnungen beschrieben.

[0048] [Fig. 8](#) ist eine geschnittene Längsansicht zum Veranschaulichen eines beispielhaften allgemeinen Aufbaus der zweiten Ziehvorrichtung der Erfindung. Wie es in [Fig. 8](#) dargestellt ist, ist ein Tiegel **1** im Zentrum einer Vakuumkammer (nicht dargestellt) vorhanden, der eine Schmelze **2** enthält. Über dem Tiegel **1** befinden sich ein Keimkristallhalter **10** und ein Haltemechanismus **11**. Ferner befinden sich über dem Halter **10** und dem Mechanismus **11** eine Hauptzieheinrichtung **21** und eine Unterzieheinrichtung **22**. Die Hauptzieheinrichtung **21** zieht einen Siliziumeinkristall **3** unter Drehen desselben, und die Unterzieheinrichtung **22** verstellt den Haltemechanismus **11** nach oben und unten. Die Einrichtungen **21** und **22** bilden einen Ziehmechanismus **20**.

[0049] Bei der zweiten Ziehvorrichtung sind ein durch die Hauptzieheinrichtung **21** aufzuwickelnder einzelner Hauptdraht **18** sowie zwei durch die Unterzieheinrichtung **22** aufzuwickelnde Unterdrähte **19** so aufgehängt, dass sie unabhängig voneinander nach oben und unten verstellt werden können. Ferner wird der Ziehmechanismus **20** mit der Hauptzieheinrichtung **21** und der Unterzieheinrichtung **22** durch eine nicht dargestellte Konstruktion in einer vorbestimmten Richtung gedreht, um einen Einkristall während des Ziehvorgangs mit konstanter Drehzahl zu drehen.

[0050] Der Kristallkeimhalter **10** ist am unteren Ende des Hauptdrahts **18** befestigt, während der Haltemechanismus **11** an den distalen Enden der zwei Unterdrähte **19** über eine Ausgleichseinrichtung **16**

angeordnet ist. Die bei dieser Vorrichtung verwendete Ausgleichseinrichtung **16** wirkt als Verkippungsverhinderungseinrichtung für den Haltemechanismus **11**.

[0051] Wie es in der oben genannten [Fig. 2](#) dargestellt ist, wird die Ausgleichseinrichtung **16** durch einen Halter **12** mittels Stiften **17** gehalten, und sie ist an den zwei Unterdrähten **19** aufgehängt. Im Ergebnis neigt sich selbst dann, wenn die zwei Unterdrähte **19** nicht in Phase miteinander aufgewickelt werden, nur die Ausgleichseinrichtung **16**, wobei der Haltemechanismus **11** vom außer Phase erfolgenden Aufwickeln unbeeinflusst bleibt, ähnlich wie dies bei der ersten Ziehvorrichtung der Fall ist. Daher besteht keine Wahrscheinlichkeit, dass die zentrale Achse des Haltemechanismus **11** von der zentralen Achse des Einkristalls **3** abweicht, wodurch der Haltemechanismus **11** den Einkristall zuverlässig halten kann.

[0052] [Fig. 9](#) ist eine Draufsicht zum Veranschaulichen einer beispielhaften Konstruktion der am Haltemechanismus vorhandenen Angreifelemente, und zwar entlang der Linie B-B in der oben genannten [Fig. 8](#). Wie es aus den [Fig. 8](#) und [Fig. 10](#) erkennbar ist, ist ein Angreifelemente **41** einstückig aus einem Haltehebel **42** und einem Drehhebel **43** gebildet. Die Angreifelemente **41** sind drehbar am unteren Endabschnitt der Innenfläche des Halters **12** befestigt, und jeder Haltehebel **42** kann sich um 90° um die Drehachse auf der Seite des Halters **12** zwischen einer geöffneten Stellung, in der der Hebel **42** nach oben steht, und einer geschlossenen Stellung, in der er sich horizontal erstreckt, verdrehen.

[0053] [Fig. 10](#) ist ein Diagramm zum Veranschaulichen, wie sich die Angreifelemente in Zusammenhang mit dem Absenken des Haltemechanismus verdrehen. Wie oben beschrieben, wird der Haltemechanismus **11**, der in seiner oberen Stellung bereitstand, durch den Absenkvorgang der Unterzieheinrichtung abgesenkt, bevor das Gewicht des Einkristalls die Grenze der Belastung erreicht, die von der Hauptzieheinrichtung getragen werden kann. Zum Absenken des Haltemechanismus werden die am unteren Ende desselben vorhandenen Schubstangen **44** hochgefahren, während sie durch die Schulter **4** des Einkristalls hochgeschoben werden, nachdem der am gestuften Angreifeil des Einkristalls vorhandene Abschnitt **7** mit großem Durchmesser am unteren Endteil des Haltemechanismus **11** vorbeigelaufen ist. Im Ergebnis des Hochfahrvorgangs der Schubstangen **44** werden die Drehhebel **43**, die in Kontakt mit diesen Schubstangen **44** stehen, nach oben gedrückt, so dass sich die einstückig mit den Drehhebeln **43** ausgebildeten Haltehebel **42** so verdrehen, dass sie schließen, wodurch sie am gestuften Angreifeil des Einkristalls angreifen. Die geschlossenen Haltehebel **42** werden durch Anschläge **45** abgestützt, und sie bilden ein Loch mit vorbe-

stimmtem Durchmesser, wie es in der oben genannten [Fig. 9](#) dargestellt ist. Der Durchmesser des Lochs ist kleiner als derjenige des Teils des Einkristalls mit großem Durchmesser, und außerdem bilden die Aufnahmeflächen der Haltehebel eine Ringform ohne Unterbrechungslinie. Daher besteht, wenn die Haltehebel einmal geschlossen haben, keine Wahrscheinlichkeit, dass sie außer Eingriff gelangen, und demgemäß können sie selbst dann, wenn am gestuften Angreifeteil des Einkristalls Durchmesserfehler vorliegen, zuverlässig am gestuften Angreifeteil angreifen und diesen festhalten.

[0054] Bei der zweiten Ziehvorrichtung, bei der das Angreifeteil **41** den Haltehebel **42** und den Drehhebel **43** aufweist, ändert sich, wenn sich die Drehhebel **43** um ungefähr 30° gegenüber ihrer horizontalen Stellung verdrehen, wenn sie durch die Schubstangen **44** nach oben gedrückt werden, der Schwerpunkt jedes Angreifeteils **41**, woraufhin sich die Drehhebel **43** durch ihr Eigengewicht weiter verdrehen und die Haltehebel **42** schließen. Die Haltehebel **42** bilden in geschlossener Form eine ringförmige Haltefläche, wobei ihre Aufnahmeflächen aneinanderstoßen.

[0055] Die Anzahl der am Innenumfang des Halters **12** vorhandenen Angreifeteile ist beim in [Fig. 9](#) dargestellten Beispiel vier, jedoch besteht keine Beschränkung auf diese Anzahl, solange die ausgewählte Anzahl von Angreifeteilen eine ringförmige Haltefläche bilden kann.

[0056] Als Nächstes wird ein spezieller Betriebsablauf beschrieben. Zu Beginn des Ziehens eines Einkristalls steht die Unterzieheinrichtung **22** bereit, wobei der Haltemechanismus **11** in seiner oberen Stellung gehalten ist. Andererseits wird am Kristallkeimhalter **10** am distalen Ende der Hauptzieheinrichtung **21** ein Kristallkeim **9** befestigt, der dann mit dem zentralen Teil der Oberfläche einer Siliziumschmelze **2** in Kontakt gebracht wird. Danach wird die Hauptzieheinrichtung **21** so betrieben, dass sie den Kristallkeim **9** unter Drehung des Kristalls langsam anhebt, um dadurch eine Halseinschnürung (eingeschnürter Keimabschnitt) **8** auszubilden. Dann wird die Ziehgeschwindigkeit des Einkristalls verringert, um den Durchmesser desselben zu erhöhen, um dadurch den Abschnitt **7** mit großem Durchmesser auszubilden. Danach wird der Durchmesser des Einkristalls allmählich so verringert, dass er so klein wie der eingeschnürte Abschnitt **5** ist, um dadurch einen gestuften Angreifeteil **6** auszubilden, der die Form eines umgekehrten Kegels aufweist.

[0057] Nachdem der gestufte Angreifeteil **6** ausgebildet wurde, wird der Durchmesser des Einkristalls erneut erhöht, um dadurch die Schulter **4** auszubilden. Danach werden die Zieh- und Drehgeschwindigkeiten auf reguläre Bedingungen eingestellt, so dass der

Vorgang zum nächsten Schritt des Ziehens eines Volumeneinkristalls **3** mit vorbestimmtem Durchmesser übergeht.

[0058] Nachdem der reguläre Einkristall-Ziehvorgang gestartet wurde, wird der Haltemechanismus **11**, der in seiner oberen Stellung bereitstand, abgesenkt, wenn das Gewicht des gezogenen Einkristalls einen vorbestimmten Wert erreicht hat, z. B. dann, wenn der Volumeneinkristall **3** eine Länge von 1 m erreicht hat. Während des Absenkens des Mechanismus **11** lassen die Haltehebel **42** den Abschnitt **7** großen Durchmessers des Einkristalls hindurchtreten, wenn sie geöffnet werden, wie dies oben unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) beschrieben wurde, und danach werden sie durch die Betätigung der Schubstangen geschlossen, die durch die Schulter **4** des Einkristalls nach oben geschoben wurden.

[0059] Nachdem die Angreifeteile **41** des Haltemechanismus **11** am gestuften Angreifeteil **6** angegriffen haben, hebt die Unterzieheinrichtung **22** den Haltemechanismus **11** synchron mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung **21** an. Es wird darauf hingewiesen, dass der Zeitpunkt, zu dem die Unterzieheinrichtung **22** den Haltemechanismus **11** mit dem durch die Haltehebel **42**, die die Angreifeteile sind, festgehaltenen Einkristall hochzieht, ein Zeitpunkt sein kann, nach dem das Gewicht des Einkristalls einen vorbestimmten Wert erreicht hat, d. h. zumindest in der zweiten Hälfte des Ziehvorgangs.

[0060] Hinsichtlich des Anhebens des Haltemechanismus **11**, wobei die Hauptzieheinrichtung **21** und die Unterzieheinrichtung **22** synchronisiert sind, ist es wünschenswert, dass der Hauptmotor **23** der Hauptzieheinrichtung **21** auf Grundlage einer Drehzahlsteuerung betrieben wird und der Untermotor **24** der Unterzieheinrichtung **22** auf Grundlage einer Zugkraftsteuerung betrieben wird.

[0061] Durch Verwenden derartiger Ziehmotor-Steuerungssysteme kann das Gewicht eines Einkristalls vom Haltemechanismus der Unterzieheinrichtung mit getragen werden. Daher kann eine Wechselwirkung zwischen den Ziehmotor-Steuerungssystemen verhindert werden, und es können die Ziehgeschwindigkeit und das Lastverhältnis zwischen dem Hauptmotor und dem Untermotor genau eingestellt werden, wodurch ein stabiler Einkristall-Ziehvorgang frei von Stößen realisierbar ist.

Industrielle Anwendbarkeit

[0062] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen umfasst eine Ziehvorrichtung zum Ausbilden eines gestuften Angreifeteils an einem Einkristall sowie einen Haltemechanismus zum Ergreifen des gestuften Angreifeteils des Einkristalls. Die Vorrichtung sorgt dafür, dass der Halteme-

chanismus seine Funktion des Haltens des Einkristalls startet, bevor das Gewicht des Einkristalls die Grenze der Belastung erreicht hat, die von der Halteseinschnürung getragen werden kann, während das Gewicht des Einkristalls in Verbindung mit dem Fortschritt des Ziehvorgangs zunimmt. So kann die Vorrichtung selbst beim Ziehen eines schweren Einkristalls zuverlässig an diesem angreifen, um dadurch eine sichere Herstellung von Einkristallen ohne Unfälle durch Herabstürzen zu realisieren.

kennzeichnet, dass der Haltemechanismus Schubstangen (44) zum Auf- und Abbewegen zwischen vorbestimmten Stellungen, in die der Haltemechanismus nach oben und unten läuft, und Angreifelemente (41, 42, 43) zum Angreifen am gestuften Angreiffteil des Einkristalls, welche durch die Aufwärtsbewegung der Schubstangen gedreht werden, aufweist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

[0063] Daher sind die erfindungsgemäßen Vorrichtungen zum Ziehen von Einkristallen für eine Ziehtechnologie geeignet, die den Erfordernissen erhöhten Wirkungsgrads bei der Herstellung von Halbleitern genügt, weswegen sie auf dem Gebiet der Herstellung von Siliziumeinkristallen für Halbleiter verwendbar sind.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ziehen von Einkristallen, mit einer Hauptzieheinrichtung (21) vom Drahttyp zum Ausbilden eines gestuften Angreiffteils (6) in Form eines umgekehrten Kegels am zu ziehenden Einkristall, während dieser gedreht wird, einem Haltemechanismus (11) zum Angreifen am gestuften Angreiffteil des Einkristalls über Angreifelemente und einer Unterzieheinrichtung (22) vom Drahttyp zum Verstellen des Haltemechanismus (11) nach oben und unten, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterzieheinrichtung (22) den Haltemechanismus (11) mittels einer Ausgleichseinrichtung (16) zum Verhindern eines Verkippens des Haltemechanismus (11) nach oben und unten verstellt und ihn synchron mit der Ziehgeschwindigkeit der Hauptzieheinrichtung anhebt und die Ausgleichseinrichtung (16) durch einen Halter (12) mittels Stiften (17) gehalten wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor entweder der Hauptzieheinrichtung (21) oder der Unterzieheinrichtung (22) gemäß einem Drehzahlsteuerungssystem betrieben wird, während der andere gemäß einem Zugkraft-Steuerungssystem betrieben wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Haltemechanismus Angreifelemente aufweist, die sich an die Form des gestuften Angreiffteils des Einkristalls anpassen und durch die Funktion von Verbindungshebeln (14) oder Klemmhebeln (15) eine Selbstklemmfunktion ausüben.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass an Angreiffflächen der Angreifelemente viele zahnsägeförmige oder gewellte Vorsprünge (36) ausgebildet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

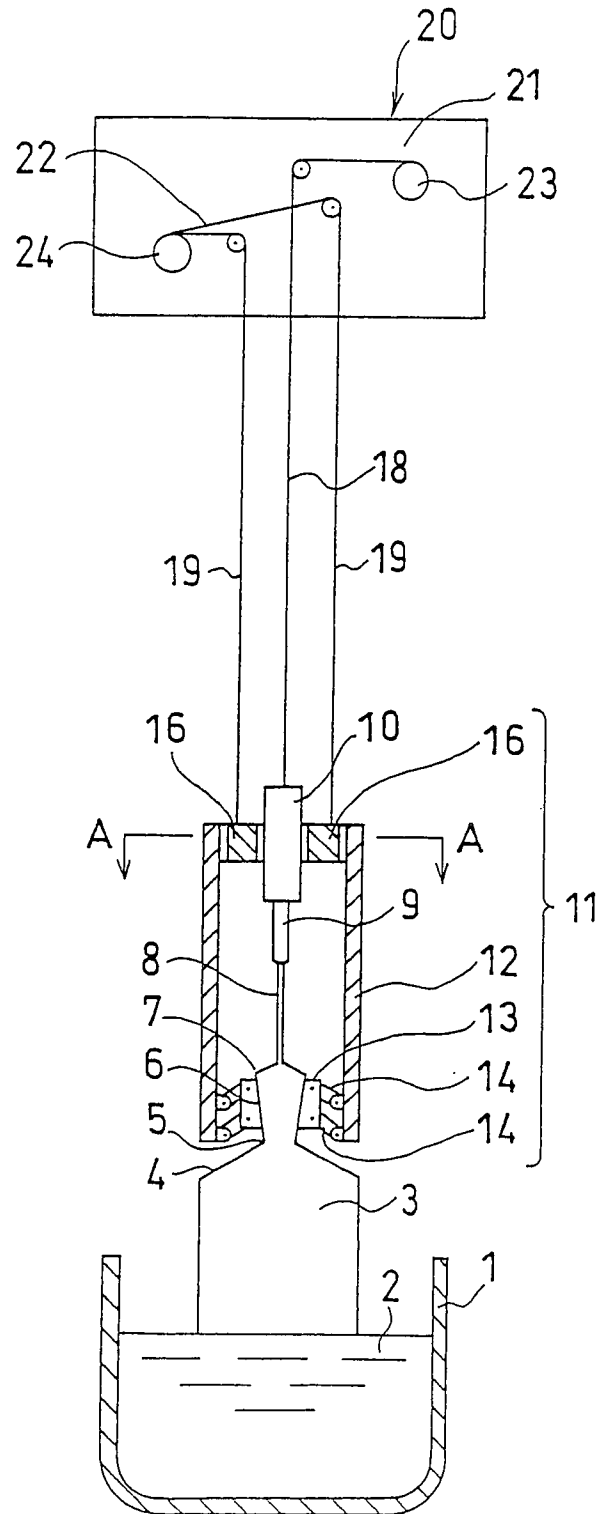


Fig. 2

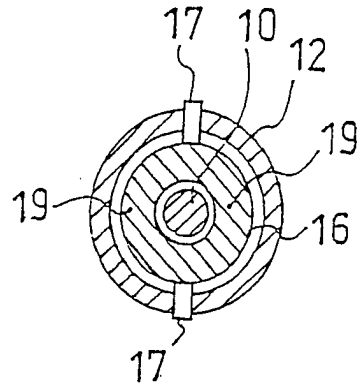


Fig. 3A

Fig. 3B

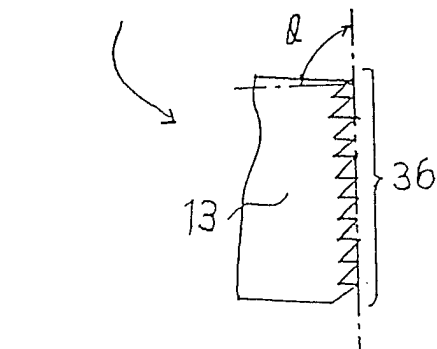
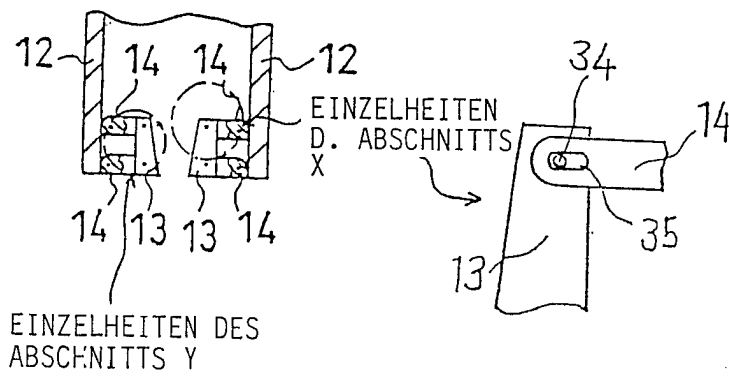


Fig. 3C

Fig. 4

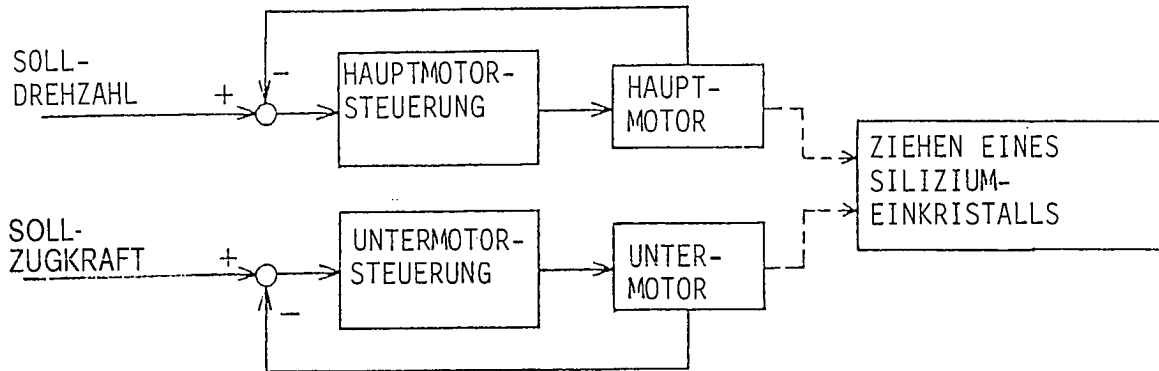


Fig. 5

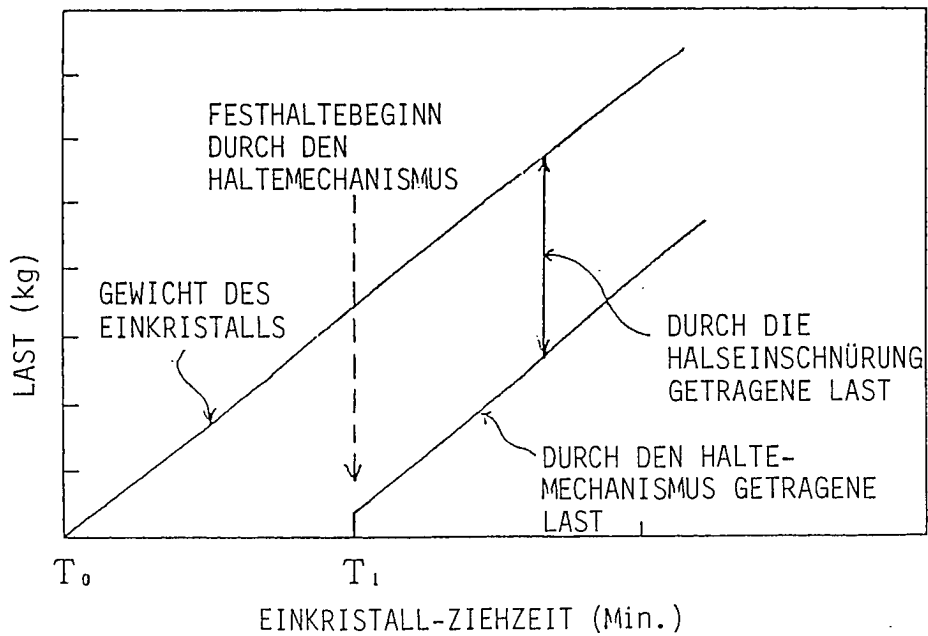


Fig. 6

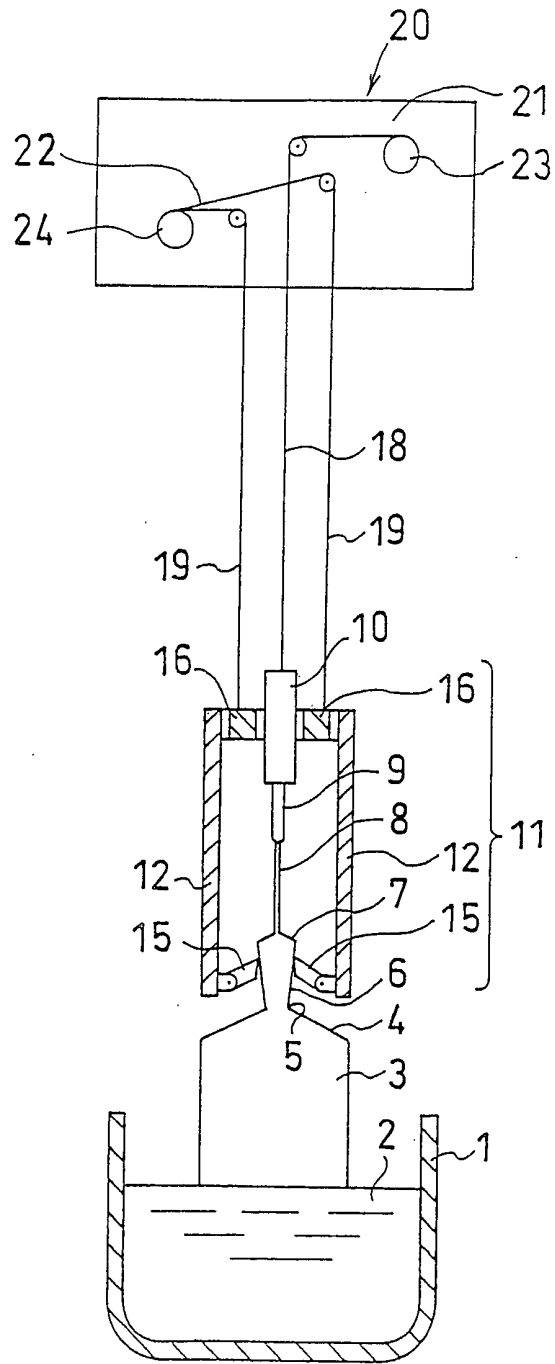


Fig. 7

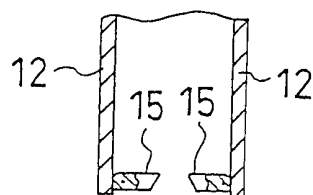


Fig. 8

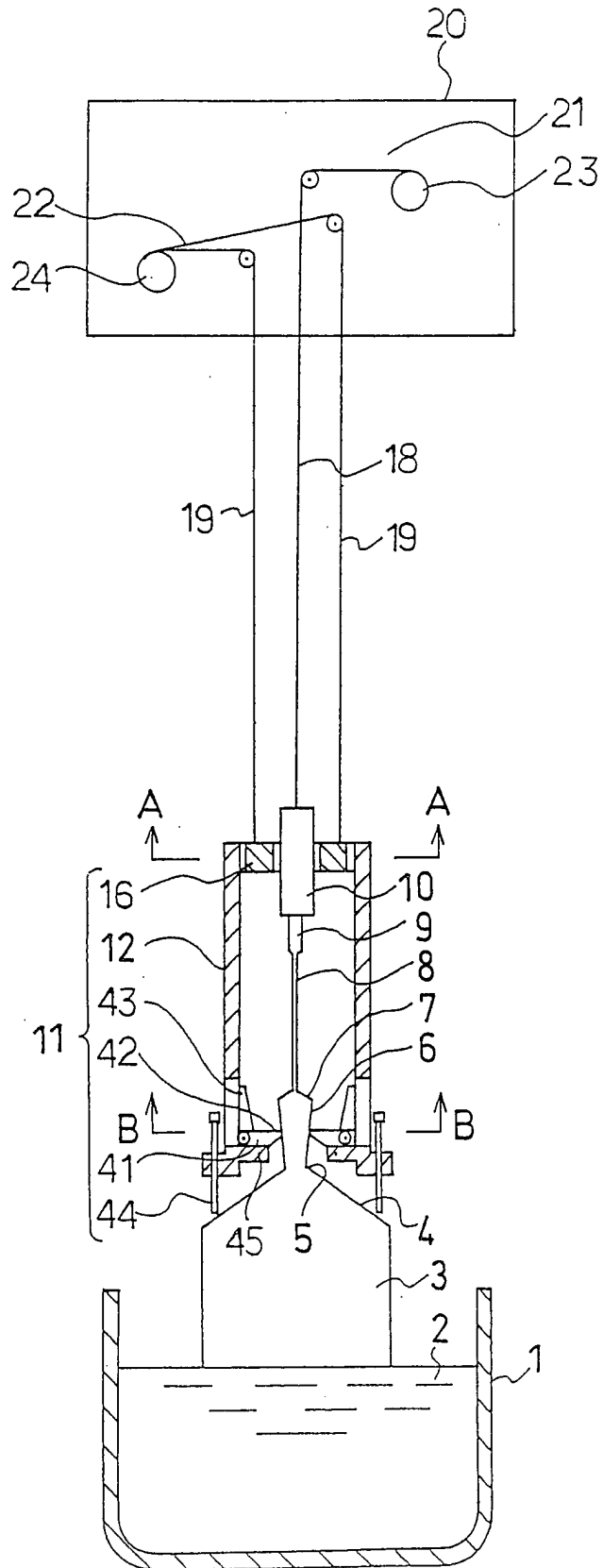


Fig. 9

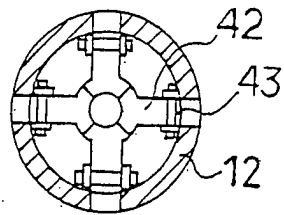


Fig. 10

