



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP F 21 V / 259 067 2	(22)	30.12.83	(44)	22.07.87
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Akademie der Wissenschaften der DDR, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5, DD
(72)	Thieme, Wolfgang, Dr. Dipl.-Ing.; Heinze, Ekkehard, Dr. Dipl.-Phys., DD

(54)	Spiegelofen zur Strahlungsheizung
------	-----------------------------------

(57) Die Erfindung betrifft einen Spiegelofen zur Strahlungsheizung unter Verwendung eines elliptisch gekrümmten Zylinderspiegels mit veränderlicher Strahldichtevertellung entlang der Arbeitsbrennlinie. Ziel und Aufgabe der Erfindung sind es, in technisch einfach aufgebauten Spiegelöfen die Strahldichtevertellung entlang der Arbeitsbrennlinie so zu beeinflussen, daß sich in Festkörperproben Heizzonen mit konstanter Temperatur über ihre gesamte Länge einstellen lassen, wobei die Strahldichte entlang der Arbeitsbrennlinie im mittleren Bereich so reduziert bzw. in den beiden Endbereichen symmetrisch so erhöht werden soll, daß sich in einer festen Substanz, die im Bereich der Arbeitsbrennlinie erhitzt wird, eine streifenförmige Heizzone mit einander annähernd parallelen und linearen Isothermen über die gesamte Zonenlänge ausbildet. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß in dem von der Reflektorfläche umschlossenen Raum entlang der Quellenbrennlinie in Abstand voneinander mindestens zwei Strahlungsquellen angeordnet sind, deren Abstand voneinander veränderbar sowie in vorbestimmter Lage arretierbar ist. Die Erfindung ist anwenbar zur Erzeugung schmaler, geradlinig langgestreckter Heizzonen für Prozesse, bei denen über die gesamte Heizzonlänge eine annähernd konstante Temperatur erforderlich ist, etwa für die Ausheilung von Halbleitermaterial.

Erfindungsanspruch:

1. Spiegelofen zur Strahlungsheizung unter Verwendung eines elliptisch bzw. annähernd elliptisch gekrümmten Zylinderspiegels mit veränderlicher Strahldichteverteilung entlang der Arbeitsbrennlinie, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem von der Reflektorfläche umschlossenen Raum entlang der Quellenbrennlinie in Abstand voneinander mindestens zwei Strahlungsquellen angeordnet sind, deren Abstand veränderbar sowie in vorbestimmter Lage arretierbar ist.
2. Spiegelofen nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stirnseiten des Reflektorraumes offen sind.
3. Spiegelofen nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stirnseiten des Reflektorraumes mindestens teilweise durch Spiegel verschlossen sind, die von den Strahlungsquellen senkrecht durchstoßen werden.
4. Spiegelofen nach Punkt 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Stirnseiten des Reflektorraumes verschließenden Spiegel als Planspiegel in Form ebener Ellipsenabschnitte ausgebildet sind.
5. Spiegelofen nach Punkt 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die die Stirnseiten des Reflektorraumes verschließenden Spiegel aus einer Kombination von Plan- und Winkelspiegeln bestehen, wobei die Planspiegel die Form einer im Vergleich zum Querschnitt des Reflektors etwas verkleinerten und fast bis zur kleinen Halbachse sich erstreckenden halben Ellipse ausweisen und die für die Strahlung noch offenen Teile der Stirnflächen des Reflektorraumes durch im Abstand voneinander fest angeordnete Winkelspiegel verschlossen sind, die jeweils aus zwei im Winkel von 90° miteinander verbundenen ebenen Spiegelteilen bestehen, wobei die Winkelspiegel so angebracht sind, daß zwei Spiegelflächen einander parallel und senkrecht zur Arbeitsbrennlinie ausgerichtet sind, bis auf wenige mm an letztere heranreichen und die abgewinkelten Spiegelflächen in der Mittelebene des elliptischen Zylinderspiegels liegen.
6. Spiegelofen nach Punkt 1 und 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Strahlungsquellen und die Planspiegel miteinander fest verbunden und gemeinsam verschiebbar sind.
7. Spiegelofen nach Punkt 1 und 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Strahlungsquellen und die Planspiegel relativ zueinander bewegbar sind.
8. Spiegelofen nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Strahlungsquellen Halogenglühlampen vorgesehen sind.
9. Spiegelofen nach Punkt 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Halogenglühlampen jeweils eine annähernd linear ausgedehnte Glühwendel aufweisen.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Der erfindungsgemäße Spiegelofen kann zum Erzeugen schmaler, geradlinig langgestreckter Heizzonen für Prozesse verwendet werden, bei denen über die gesamte Heizzonenlänge eine annähernd konstante Temperatur erforderlich ist, etwa für die Ausheilung von Halbleitermaterial.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Der Einsatz von Spiegelöfen zur Erzeugung streifenförmiger Heizzonen wird seit einiger Zeit diskutiert und unter Laborbedingungen erprobt. Ein derartiges Heizsystem läßt sich einfach, kompakt und billig aufbauen. Kernstück eines solchen Ofens ist ein elliptisch gekrümmter Zylinderspiegel mit zwei Brennlinien. Eine Brennlinie, die Quellenbrennlinie, fällt mit der Achse einer Strahlungsquelle zusammen, deren Strahlung über den elliptischen Zylinderspiegel auf die zweite Brennlinie, die Arbeitsbrennlinie konzentriert wird, (z. B. DE-OS 2655383, F 21 V, 7/12).

Als Strahlungsquellen werden bevorzugt Halogenglühlampen, aber auch Hochdruck-Entladungslampen verwendet. Die Seitenflächen des elliptischen Zylinderspiegels sind zur Erzielung hoher, entlang der Arbeitsbrennlinie möglichst konstanter Strahldichten zweckmäßigerweise mit Planspiegeln verschlossen.

Die Temperaturverteilung in einer Probe entlang der Arbeitsbrennlinie ist dennoch für bestimmte Anwendungsfälle noch unzureichend gleichförmig.

Durch Reflexionsverluste an den Planspiegeln fällt die Strahldichte an den Endbereichen der Arbeitsbrennlinie im Vergleich zum Mittelbereich geringfügig ab. Beim Erhitzen einer Festkörperoberfläche wird dieser Effekt noch verstärkt, da die Strahlungsverluste einer Probe an den Endbereichen der Heizzone in der Regel deutlich größer sind als im Mittelbereich. Bei höheren Arbeitstemperaturen können sich entlang der Heizzone unerwünschte Temperaturgradienten ausbilden und zur Entstehung starker mechanischer Spannungen in der Probe führen. Im Fall der Erzeugung dünner Schmelzzonen wird aus diesem Grund in den Endbereichen der streifenförmigen Heizzone ohne zusätzliche Maßnahmen die Schmelztemperatur unter Umständen gar nicht erreicht (z. B. A. Kamgar and E. Labate: Mat.-Letters, 1, 1982, 3/4, S. 91).

Für Zwecke der Kristallzüchtung wurde bereits vorgeschlagen, die Strahldichteverteilung entlang der Arbeitsbrennlinie durch ein spezielles System verschiebbarer Planspiegelstreifen aktiv zu beeinflussen. Im Prinzip läßt sich diese Lösung auch für andere Zwecke nutzen. Für eine Reihe von Anwendungen, beispielsweise zur Rekristallisation von SOL-Strukturen, würde dies jedoch einen unnötig hohen technischen Aufwand erfordern, so daß weniger universelle und dafür einfachere Lösungen zweckmäßiger sind.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, in technisch einfach aufgebauten Spiegelöfen mit elliptisch gekrümmtem Zylinderspiegel die Strahldichte entlang der Arbeitsbrennlinie so zu beeinflussen, daß sich in Festkörperproben Heizzonen mit konstanter Temperatur über ihre gesamte Länge einstellen lassen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Strahldichte entlang der Arbeitsbrennlinie derartiger Spiegelöfen im mittleren Bereich so zu reduzieren oder in den beiden Endbereichen symmetrisch so zu erhöhen, daß sich in einer festen Substanz, die im Bereich der Arbeitsbrennlinie erhitzt wird, eine streifenförmige Heizzone mit einander annähernd parallelen und linearen Isothermen über die gesamte Zonenlänge ausbildet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß entlang der Quellenbrennlinie des elliptisch gekrümmten Zylinderspiegels mindestens zwei Strahlungsquellen mit vorzugsweise achsensymmetrischem Glühkörper angeordnet sind, deren aktive Medien einigen Abstand voneinander haben und zweckmäßig aufeinander zu weisen. Im zentralen Bereich der Quellenbrennlinie befindet sich also kein strahlendes Medium, womit eine Verringerung der Strahldichte im zentralen Bereich der Arbeitsbrennlinie gegenüber einem Spiegelofen mit durchgehender Strahlungsquelle erreicht wird.

Eine Einstellung der gewünschten Strahldichteverteilung längs der Arbeitsbrennlinie kann durch Verschieben der Strahlungsquellen längs der Quellenbrennlinie erfolgen. Bei einem Spiegelofen mit verschlossenen Stirnseiten durchstoßen die Strahlungsquellen die verschließenden Planspiegel senkrecht. Diese können fest mit dem elliptischen Zylinderspiegel, aber vorteilhaft auch mit den Strahlungsquellen verbunden und mit diesen zusammen im Zylinderspiegel verschiebbar sein. So wird zugleich die effektive Länge der Arbeitsbrennlinie auf einfache und energiesparende Weise dem Einsatzzweck angepaßt. Es ist auch möglich, die Strahlungsdichte — in gewissen Grenzen — lediglich durch Verschieben der Stirnseitenspiegel bei fest angeordneten Strahlern zu beeinflussen.

Konstruktiv am einfachsten ist die Fertigung der Stirnseitenspiegel als einfache ebene Ellipsen(abschnitte), deren Quellenbrennpunkt das Zentrum einer Bohrung zur Durchführung der Strahlungsquelle ist.

Eine stärkere Konzentration der Strahlung ist durch Anwendung von bereits vorgeschlagenen geteilten Stirnseitenspiegeln zu erreichen. Hierbei hat der von der Strahlungsquelle durchstoßene und vorteilhaft mit ihr zusammen bewegliche Abschnitt die Gestalt einer halben Ellipse.

Der jeweils noch offene Teil der beiden Stirnflächen wird durch fest angeordnete Winkelspiegel verschlossen, die aus je zwei im Winkel von 90° miteinander verbundenen ebenen Spiegelteilen bestehen. Je eine dieser Spiegelflächen ist exakt in der Mittelebene angeordnet, der Ebene, die alle kleinen Achsen des elliptischen Zylinderspiegels enthält. Diese Spiegelteile dienen zur optischen Verdopplung des Querschnitts der über die vorgesehene Länge der Arbeitsbrennlinie hinausragenden Bereiche des Zylinderspiegels zu einer optisch vollständigen, exakten Ellipse.

Der Abstand zwischen den beiden Innenkanten dieser Spiegelteile ist gleich der vorgesehenen Länge der Arbeitsbrennlinie. An diese Innenkanten schließen sich zur Arbeitsbrennlinie hin die abgewinkelten, einander parallelen Teile des Winkelspiegels an. Als Strahlungsquellen finden vorzugsweise Halogenglühlampen mit annähernd linear angeordneter Glühwendel (etwa in einseitig gesockelter Ausführung) Verwendung, deren Abstrahlungseigenschaften „weiche“ Korrekturen der Strahldichteverteilung erlauben. Typenaustausch erhöht noch die Variabilität der Vorrichtung.

Die Arbeitsbrennlinie der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann mit der eines zweiten Spiegelofens mit elliptischem Zylinderspiegel überlagert und in erster Linie dazu genutzt werden, die resultierende Strahldichte in den Endbereichen dieser Arbeitsbrennlinie im Vergleich zum Mittelbereich anzuheben. In diesem Fall kann es zweckmäßig sein, Lampen mit sehr intensiv strahlendem, kurzem Glühkörper in den erfindungsgemäßen Spiegelöfen einzusetzen.

Die Kombination zweier erfindungsgemäßer Spiegelöfen mit unterschiedlicher Stirnseitenausführung und/oder Lampenbestückung kann ebenfalls zweckmäßig sein.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel anhand von Zeichnungen erläutert werden.
Es zeigen:

Fig. 1: einen vertikalen Schnitt durch den Grundaufbau des Spiegelofens in der Ebene, die beide Brennlinien enthält.
Fig. 2: eine Seitenansicht vom Grundaufbau des Spiegelofens

Auf einem Trägerrahmen mit elliptisch oder annähernd elliptisch gekrümmter Außenkontur (auf den Zeichnungen nicht dargestellt) ist ein elliptisch gekrümmter Zylinderspiegel 1 mit der Quellenbrennlinie 2 und der Arbeitsbrennlinie 3 befestigt. Ebenfalls mit diesem Rahmen sind die Winkelspiegel 4 über die Befestigungselemente 5 verbunden, derart, daß die gewinkelten Kanten am Zylinderspiegel 1 anliegen, ohne diesen zu verspannen. Des weiteren sind am Trägerrahmen Vorrichtungen zur stabilen Aufnahme und präzisen, leichtgängigen Verschiebung der Führungselemente 7 der Planspiegel 6 angebracht. Im Bereich der Bohrungen um die Quellenbrennpunkte sind an diese Planspiegel 6 Baugruppen zur Lampenhalterung 8 angeflanscht. Diese Baugruppen gewährleisten die notwendige Feinjustierung der Halogenglühlampen 9 zur Quellenbrennlinie und den elektrischen Anschluß. Die Winkelspiegel 4 bestehen aus je zwei im Winkel von 90° miteinander verbundenen ebenen Spiegelteilen, wobei je eine dieser Spiegelflächen in der Mittelebene 10 des elliptischen Zylinderspiegels 1 liegt.

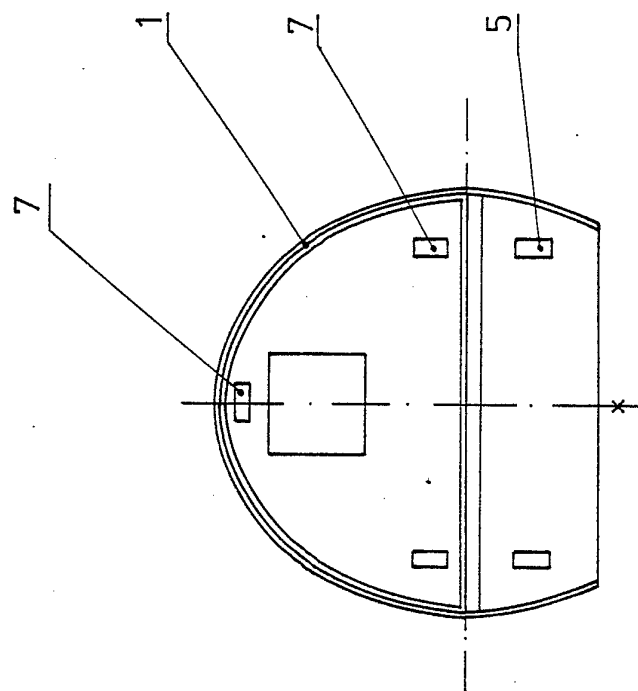


Fig. 2

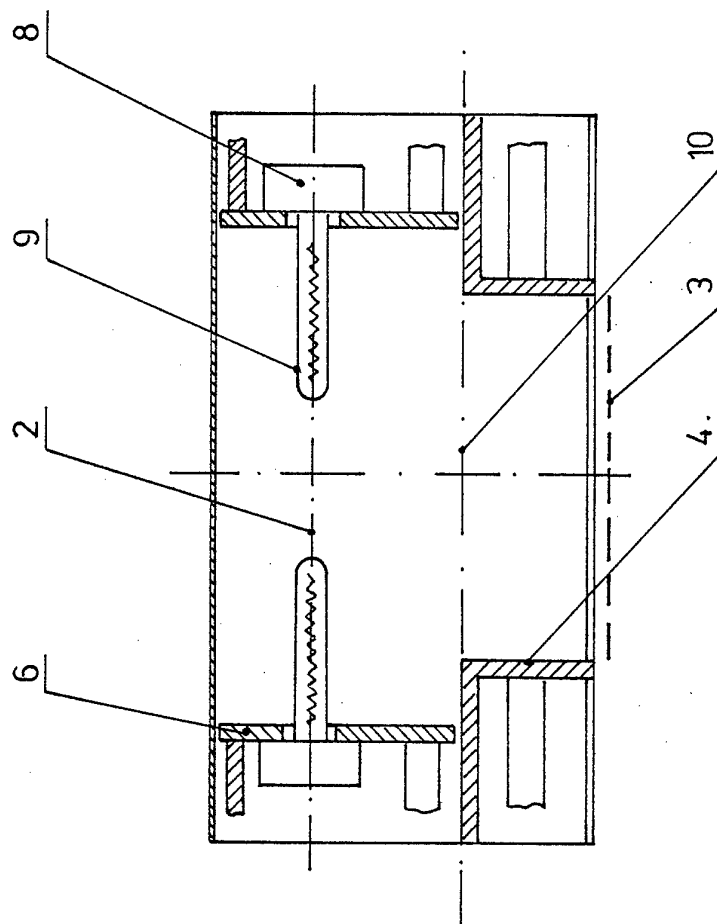


Fig. 1