



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENT SCHRIFT

(19) DD (11) 220 457 A1

4(51) H 01 L 21/265

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 L / 257 950 7

(22) 14.12.83

(44) 27.03.85

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5, DD

(72) Siemroth, Peter, Dr. rer. nat., DD

(54) **Anordnung zur impulsmäßigen Aufheizung dünner Oberflächenschichten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur impulsmäßigen Aufheizung dünner Oberflächenschichten großflächiger metallischer oder halbleitender Werkstoffe zur Kristallisation oder Rekristallisation von gestörten, z. B. von durch Ionenimplantation strahlengeschädigten Schichten, um mechanische, elektrische und chemische Eigenschaften der Materialoberfläche in definierter Weise zu beeinflussen. Ziel der Erfindung ist es, eine dünne Oberflächenschicht solcher Werkstoffe mittels stromstarker Elektronenstrahlen definiert aufzuheizen. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung anzugeben, mit der es möglich ist, metallische oder halbleitende Proben auf eine dem jeweiligen Anwendungszweck entsprechende Tiefe hinein auszuheilen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine an sich bekannte Anordnung zur Erzeugung stromstarker Elektronenstrahlen benutzt wird und das Target mit der auszuheilenden Oberflächenschicht über ein passives Netzwerk einstellbarer Impedanz mit der Anode dieser Anordnung verbunden ist.

ISSN 0433-6461

7 Seiten

### **Erfindungsansprüche:**

1. Anordnung zur impulsmäßigen Aufheizung dünner Oberflächenschichten mittels stromstarker Elektronenstrahlen zum Zwecke der Ausheilung von Strahlenschäden, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Target mit der auszuheilenden Oberflächenschicht über ein passives Netzwerk mit der Anode der an sich bekannten Anlage zur Erzeugung der stromstarken Elektronenstrahlen verbunden ist.
2. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das passive Netzwerk aus Widerständen, Induktivitäten, Kapazitäten und Leitungen einstellbarer Impedanz besteht.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur impulsmäßigen Aufheizung dünner Oberflächenschichten großflächiger metallischer oder halbleitender Werkstoffe zur Kristallisation oder Rekristallisation von gestörten, beispielsweise von durch Ionenimplantation strahlengeschädigten Schichten, um die mechanischen, chemischen und elektrischen Eigenschaften der Materialoberflächen in definierter Weise zu beeinflussen. Ihre Hauptanwendung liegt auf dem Gebiet der Mikroelektronik.

### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Um nach einer Ionenimplantation die stark gestörten Bereiche eines Halbleiters zu rekristallisieren, ist die Zuführung von Energie erforderlich. Hierzu sind folgende Verfahren bekannt (Semiconductor Int. Vol. 4 (1981), Nr. 11, S. 69–88, 93–112):

- thermische Behandlung in Öfen,
- Bestrahlung mit intensivem Licht von Halogen- oder andersartigen Entladungs-, insbesondere Hochleistungsblitzlampen,
- Behandlung in Graphitheizern,
- Bestrahlung mit Elektronenstrahlen hoher Leistungsdichte,
- Bestrahlung mit Laserlicht.

Diese Verfahren gestatten bei geeigneter Wahl der Prozeßparameter eine mehr oder weniger gute Ausheilung von implantationsbedingten Strahlenschäden.

Für spezielle Anwendungen ist die Veränderung der Tiefenverteilung von implantierten Atomen während des Ausheilprozesses unerwünscht. Sie tritt bei den für die Ausheilung erforderlichen Temperaturen auf, wenn die Bearbeitungszeit im Sekundenbereich liegt. Eine derartige Umverteilung erfolgt insbesondere bei der Ausheilung in Öfen (B. K. Hohmuth, K. H. Heinig, R. Klages: Kristallisation ungeordneter Halbleiterschichten durch Bestrahlung mit Licht oder Elektronen, Veröff. d. Phys. Ges. d. DDR, Berlin 1982, S. 3–15), ebenso aber auch bei Verwendung von Graphitheizern bzw. von Halogen- und Entladungslampen.

Um eine Umverteilung des Implantationsprofils zu vermeiden, müssen die Ausheilprozesse sehr kurzzeitig ablaufen, was sich mit Blitzlampen, Hochleistungslasern oder Elektronenstrahlen erreichen läßt.

Mit Hochstromelektronenstrahlquellen gelingt es auf relativ einfache Art und Weise, Nanosekundenimpulse von mehreren Hundert Joule zu erzeugen. Derartige Anlagen bestehen aus einem Nanosekundenimpulsgenerator und einer Vakuumdiode. Wenn keine besonderen Maßnahmen zur Regulierung und Beeinflussung der Beschußenergie ergriffen werden, kann sie nur wenig unterhalb 100 kV liegen, da bei niedrigen Beschleunigungsspannungen die Stabilität der Elektronenemission nicht gewährleistet ist (N. S. Lidorenko u. a.: Über die Benutzung von Hochstromelektronenstrahlen zum Ausheizen von Halbleitern, Sh. techn. fiz. Bd. 51 (1981), S. 1303–1305). Bei den niedrigsten praktisch erreichten Beschleunigungsspannungen liegt die Beschußenergie bei 50–70 kV (US-PS 3950187), was zu Aufheiztiefen von einigen  $\mu\text{m}$  führt. Ein weiterer Nachteil einer solchen Anordnung besteht darin, daß durch die Anode, die, um eine ausreichende Durchlässigkeit zu ermöglichen, netzartig sein muß, auch kollektiv beschleunigte Ionen aus dem Katodenplasma auf das Target auftreffen können.

Eine Möglichkeit, trotz hoher Impulsspannung niedrige Beschußenergie zu erreichen, besteht darin, die Impedanz der Diode sehr klein im Vergleich zur Impedanz des Impulsgenerators einzustellen. Dann kann die Impulsspannung zwar relativ hoch gewählt werden, doch bricht die in der Diode wirksame Beschleunigungsspannung schnell zusammen. Eine geeignete Anpassung erfordert daher einen sehr präzisen und aufwendigen Diodenaufbau, und es können auch in diesem Falle nur Netzanoden verwendet werden. (A. C. Greenwald, A. R. Kirkpetride, R. G. Little, J. A. Minnucci: Pulsed-electron-beam annealing of ionimplantation damage, J. Appl. Phys., Bd. 50 (1979), S. 783–787).

Bei Verwendung nicht angepaßter Dioden wird die Form des Spannungsimpulses verändert. Insbesondere können Reflexionen und Impulsverlängerungen auftreten. Während sich die mittlere Energie relativ einfach einstellen läßt, ändert sich die gesamte Energieverteilung des Impulses in nicht vorherbestimmbarer Weise, so daß sie demzufolge auch nicht gezielt beeinflusst werden kann.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, eine dünne Oberflächenschicht großer metallischer oder halbleitender Proben mit Hilfe stromstarker Elektronenstrahlen bis in eine einstellbar festgelegte Tiefe hinein auf eine ebenfalls einstellbare Temperatur so schnell aufzuheizen, daß während des Aufheizprozesses die Wärmeleitung an der Beschußstelle fast keinen Einfluß auf die Temperaturverteilung hat.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung anzugeben, mit der es möglich ist, eine dünne Oberflächenschicht großer metallischer oder halbleitender Proben zum Zwecke der Kristallisation oder Rekristallisation bei einstellbarer Temperatur bis auf eine vorgebbare, dem jeweiligen Anwendungszweck entsprechende Tiefe hinein auszuheilen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine an sich bekannte Anordnung zur Erzeugung stromstarker Elektronenstrahlen benutzt wird und das Target mit der auszuheilenden Oberflächenschicht über ein passives, aus Widerständen, Induktivitäten, Kapazitäten und Leitungen bestehendes Netzwerk einstellbarer Impedanz mit der Anode dieser Anordnung verbunden ist. Auf diese Weise gelingt es, die Energie der Elektronenstrahlen nicht durch Verminderung der Beschleunigungsspannung, sondern durch Veränderung des elektrischen Potentials des Targets während des Beschusses abzusinken.

### **Ausführungsbeispiel**

Nachstehend soll anhand der zugehörigen Zeichnung die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die Impulselektronenstrahlanlage besteht aus einem Impulsgenerator 1 (z. B. Koaxial- oder Blümeinleitung) und einer ebenen, großflächigen Hochvakuumdiode.

Sie enthält eine kalte Katode 2, die durch explosive Emission starke Elektronenströme erzeugt. Auf ihrem Weg zur Anode 3 werden die Elektronen beschleunigt, wobei die Beschleunigungsspannung über 100 kV liegt. Die Anode ist als dünne Folie (z. B. Titanfolie von einigen  $\mu\text{m}$  Dicke) ausgebildet, so daß die Elektronen sie mit geringen Energieverlusten durchfliegen können, bevor sie auf das Target 4 treffen. Der durch das erfindungsgemäße passive Netzwerk 5 fließende Strom erzeugt in ihm einen Spannungsabfall, wodurch das Target ein gegenüber der Anode negatives Potential annimmt und die Beschußelektronen abgebremst werden. Auf diese Weise verringert sich ihre Eindringtiefe im gewünschten Maße. Es hat sich gezeigt, daß sich der Strom dabei nur unwesentlich verändert.

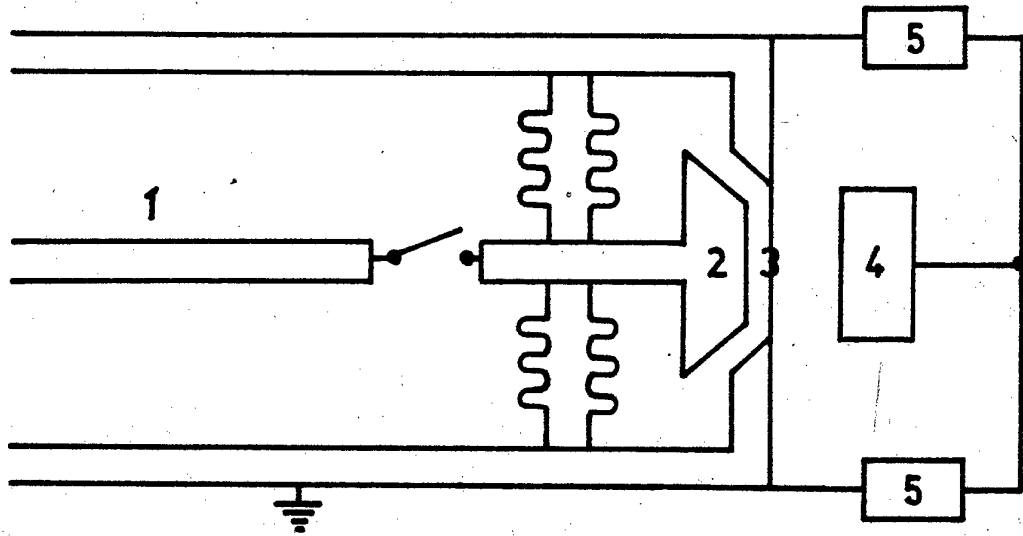


Fig. 1