



ÖSTERREICHISCHES
PATENTAMT

⑤② Klasse: 42 K 9003
⑤① Int.Cl.: G01N 023/02

①⑨ AT PATENTSCHRIFT

①① Nr. 354 776

⑦③ Patentinhaber: ZEILINGER ANTON DR.
WIEN ÖSTERREICH

⑤④ Gegenstand: VERFAHREN ZUM NACHWEIS VON EINSCHLÜSSEN EINER
KRISTALLOGRAPHISCH VERSCHIEDENEN PHASE IN EINER
PROBE DURCH DURCHSTRAHLUNG MIT NEUTRONEN

⑥① Zusatz zu Patent Nr.

⑥② Ausscheidung aus:

②② ②① Angemeldet am: 1973 12 05, 10163/73

②③ Ausstellungspriorität:

③③ ③② ③① Unionspriorität:

④② Beginn der Patentdauer: 1979 06 15
Längste mögliche Dauer:

④⑤ Ausgegeben am: 1980 01 25

⑦② Erfinder:

⑥① Abhängigkeit:

⑤⑥ Druckschriften, die zur Abgrenzung vom Stand der Technik in Betracht gezogen wurden:

DD-PS 92579 CH-PS 505382 GB-PS 1124584

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nachweise des Anteils einer bestimmten kristallographischen Phase in einer kristallinen Probe mittels Durchstrahlung der Probe mit Neutronen und Messung der Intensität des durchtretenden Neutronenstrahles, wobei für die Wellenlänge der Neutronen ein Wert gewählt wird, der größer ist als jener, welcher der bzw. den Bragg-Kanten der übrigen in der Probe
5 vorhandenen kristallographischen Phase bzw. Phasen entspricht.

Eine in letzter Zeit immer weitere Verbreitung und Anwendung findende Methode der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung ist die Methode der Neutronenradiographie. Im Gegensatz zu den bisher benutzten Methoden der Radiographie, bei denen die Probe mit Röntgenstrahlen oder Gammastrahlen durchstrahlt wird und die durchtretende Strahlung meist mit einem photographischen Film registriert wird, verwendet
10 man bei der Neutronenradiographie zur Durchstrahlung Neutronenstrahlen. Die Registrierung der durchtretenden Strahlung erfolgt auch hier meist mit einem photographischen Film, jedoch müssen, da der photographische Film für Neutronen nahezu völlig unempfindlich ist, sogenannte Konverter verwendet werden, um die Neutronenstrahlung in eine Strahlung, für die der Film empfindlich ist, umzuwandeln. Die Neutronenradiographie stellt eine ausgezeichnete Erweiterung der konventionellen Radiographie dar. Dies
15 liegt darin begründet, daß der Wirkungsquerschnitt für Neutronen in unstetiger Weise von Element zu Element, ja sogar von Isotop zu Isotop desselben Elements variiert. Dadurch ist es möglich, im Periodensystem unmittelbar benachbarte Elemente zu unterscheiden. Auch ist diese Methode zum Nachweise bestimmter Isotope geeignet, was hauptsächlich in der Nuklearindustrie Anwendung findet. Der totale Wirkungsquerschnitt einer Substanz für Neutronen setzt sich aus zwei Anteilen zusammen, dem Absorptions-
20 querschnitt und dem Streuquerschnitt. Es ist nun an sich bekannt, daß der Wirkungsquerschnitt einer Substanz an der sogenannten Bragg-Kante oft um mehr als eine Größenordnung nach höheren Neutronenwellenlängen und damit nach niedrigeren Neutronenenergien hin abnimmt. Dies ist dadurch zu erklären, daß Neutronen mit einer Wellenlänge, die größer ist als die doppelte Gitterkonstante der durchstrahlten Substanz, nicht mehr kohärent elastisch gebeugt werden können, da sie die Bragg-Bedingung nicht
25 erfüllen.

Dies wird bereits zum Nachweise von Einschlüssen von Fremdschubstanz in Stahl in der Weise verwendet, daß die zu untersuchende Stahlprobe mit Neutronen einer Wellenlänge durchstrahlt wird, die größer ist, als der Bragg-Kante des Stahles entspricht. Dadurch können weitaus dickere Stahlstücke durchstrahlt werden, als mit Neutronen kürzerer Wellenlänge. Dies ermöglicht, in solchen Untersuchungs-
30 objekten Einschlüsse von Fremdschubstanzen nachzuweisen. Die Aufgabe hingegen, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gelöst werden soll, besteht darin, Einschlüsse einer andern kristallographischen Phase zerstörungsfrei durch Neutronenradiographie nachzuweisen, ohne daß diese Einschlüsse wie in dem bisher bekannten Verfahren eine andere Zusammensetzung haben müssen.

Es tritt ja in vielen Materialien das Phänomen auf, daß bei gleichen thermodynamischen Bedingungen
35 verschiedene kristallographische Phasen miteinander koexistieren können. Hierbei befindet sich häufig eine Phase in einem unterkühlten metastabilen Zustand oder es wird eine Phase durch geringe Beigaben von Verunreinigungen oder Legierungszusätzen stabilisiert. Nun besitzen verschiedene kristallographische Phasen auch verschiedene physikalische und mechanische Eigenschaften, so daß es für die Beurteilung der Güte eines Werkstückes notwendig ist, seine Zusammensetzung aus den verschiedenen thermodynamischen Phasen zu kennen. Ein bekanntes Beispiel für ein solches Gefüge aus zwei Phasen ist das Austenit-Martensit-Gefüge in Stahl. Das erfindungsgemäße Verfahren der eingangs genannten Art beruht
40 nun darauf, daß die verschiedenen kristallographischen Phasen derselben Substanz verschiedene Kristallgitter und damit verschiedene Gitterkonstanten besitzen. Daraus resultiert eine verschiedene Lage der Bragg-Kanten. Durchstrahlt man also eine Probe mit einem Neutronenstrahl von Wellenlängen, die
45 zwischen den beiden Bragg-Kanten liegen, so findet in den beiden Phasen eine unterschiedliche Schwächung des Neutronenstrahles statt, u.zw. werden die Neutronen in der Phase, deren Bragg-Kante bei größerer Neutronenwellenlänge liegt, stärker geschwächt. Registriert man nun die Intensität des durchtretenden Neutronenstrahles, so kann man auf die prozentuellen Anteile der verschiedenen Phasen rückschließen. Wird zur Registrierung des durchtretenden Neutronenstrahles ein Verfahren verwendet,
50 durch das man ein Bild erhält, so bekommt man unmittelbar ein Abbild der Verteilung im Inneren der Probe. Eine Erweiterung und Verbesserung der Genauigkeit dieses Verfahrens liegt darin, die Probe während der Untersuchung zu drehen oder zu schwenken. Durch Durchstrahlung in verschiedenen Richtungen kann man unmittelbar ein Abbild der räumlichen Verteilung der Phasen im Inneren der Probe

erhalten. Für die Anwendung dieses Verfahrens ist es nicht unbedingt notwendig, daß die Wellenlänge aller durchtretenden Neutronen zwischen den beiden Bragg-Kanten liegt, sondern es reicht aus, daß wenigstens ein Teil der Neutronen eine Wellenlänge besitzt, die kleiner ist als der der Bragg-Kante der nachzuweisenden Phase entsprechende Wert. Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin,
5 daß es damit auf einfache Weise möglich ist, Einschlüsse einer andern kristallographischen Phase in einer Probe nachzuweisen.

P A T E N T A N S P R Ü C H E :

10

1. Verfahren zum Nachweise des Anteils einer bestimmten kristallographischen Phase in einer kristallinen Probe mittels Durchstrahlung der Probe mit Neutronen und Messung der Intensität des durchtretenden Neutronenstrahles, wobei für die Wellenlänge der Neutronen ein Wert gewählt wird, der größer ist als jener, welcher der bzw. den Bragg-Kanten der übrigen in der Probe vorhandenen
15 kristallographischen Phase bzw. Phasen entspricht, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß wenigstens ein Teil der Neutronen eine Wellenlänge besitzt, die kleiner ist als der der Bragg-Kante der nachzuweisenden Phase entsprechende Wert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Probe während der Durchstrahlung gedreht oder geschwenkt wird.