



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0153 677

Int.Cl.³

3(51) C 03 C 21/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21) WP C 03 C/ 224 685 (22) 22.10.80 (44) 27.01.82

71) AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR, ZENTRALINSTITUT FUER KERNFORSCHUNG; DD;
72) RAUSCHENBACH, BERND, DR. DIPL.-PHYS.; DD;
73) siehe (72)
74) ADW DER DDR, ZENTRALINST. F. KERNFORSCHUNG, PATENTBUERO, 8051 DRESDEN, PSF 19

54) VERFAHREN ZUR AENDERUNG DES BRECHUNGSINDEX VON DUENNEN GLASSCHICHTEN

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aenderung des Brechungsindex von duennen Glasschichten durch Implantation von Ionen. Moegliche Anwendungsgebiete des Verfahrens sind die Herstellung optischer Wellenleiter beliebiger Form, optischer Verbindungen, optischer Koppler und Linsen sowie Bauelemente der integrierten Optik (Filter, Weichen u.ae.). Mit der Erfindung soll ein Verfahren geschaffen werden, mit dem es moeglich ist, sehr hohe Aenderungen des Brechungsindex in duennen Schichten von Glaesern zu erreichen, wobei beliebige Formen des Brechungsindexgradienten moeglich sein sollen und die amorphe Struktur des Glases erhalten bleibt. Es wurde ein Verfahren zur Herstellung von sehr hohen Aenderungen des Brechungsindex in duennen Glasschichten gefunden, das dadurch gekennzeichnet ist, daß Ionen der Metalloide (z. B. Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor u.ae.) in die Glasoberflaeche implantiert werden, anschließend eine Bestrahlung mit ionisierender Strahlung (z.B. Röntgen- oder Gammastrahlung) erfolgt, welche zu atomaren Metalloidatomen fuehrt, die im folgenden durch eine thermische Behandlung in Verbindungen (z.B. Carbide, Nitride, Phosphide bzw. Oxicarbide, Oxinitride, Oxiphosphide) mit hohem Brechungsindex uebergehen. Dabei kann durch Wahl der Implantationsbedingungen jedes beliebige Brechungsindexprofil eingestellt werden. Die thermische Behandlung erfolgt weit unterhalb der Kristallisationstemperatur des Glases. Mit dem Verfahren ist es moeglich Aenderungen des Brechungsindex bis etwa 20% zu erzielen.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Änderung des Brechungsindex von dünnen Glasschichten durch Implantation von Ionen. Mögliche Anwendungsgebiete des Verfahrens sind die Herstellung optischer Wellenleiter beliebiger Form, optischer Verbindungen, optischer Koppler und Linsen sowie Bauelemente der integrierten Optik (Filter, Weichen u. ä.).

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Herstellung von optischen Bauelementen und Bauelementen der integrierten Optik auf der Basis der Ionenimplantation besitzt gegenüber anderen Verfahren eine große Zahl von Vorteilen (Miniaturisierung, exakte Vorgabe von Dotierungstiefe und Dotierungsmenge, niedrige Dämpfungswerte usw.). Die unterschiedlichen Verfahrensweisen wurden in der Literatur bereits beschrieben [Proceed. IEEE 66 (1978) 744].

Bei all diesen Verfahren der Implantation von Ionen vergrößert sich der Brechungsindex der oberflächennahen Schichten des Glases durch Dichteänderungen im Bereich des nuklearen Energieverlustes.

Es zeigt sich, daß im allgemeinen jedoch nur Brechungsindexänderungen von 1. % erreicht werden. Unter besonderen Bedingungen sind Änderungen bis etwa 8...9 % möglich.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, Gläser mit höherem Brechungsindex bereitzustellen und damit eine weitere Optimierung optischer Bauelemente zu ermöglichen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem es möglich ist, sehr hohe Änderungen des Brechungsindex in dünnen Schichten von Gläsern zu erreichen, wobei beliebige Formen des Brechungsindexgradienten möglich sein sollen und die amorphe Struktur des Glases erhalten bleibt.

Es wurde ein Verfahren zur Herstellung von sehr hohen Änderungen des Brechungsindex in dünnen Glasschichten gefunden, das dadurch gekennzeichnet ist, daß Ionen der Metalloide (z. B. Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor u. ä.) in die Glasoberfläche implantiert werden, anschließend eine Bestrahlung mit ionisierender Strahlung (z. B. Röntgen- oder Gammastrahlung) erfolgt, welche zu atomaren Metalloidatomen führt, die im folgenden durch eine thermische Behandlung Verbindungen (z. B. Carbide, Nitride, Phosphide bzw. Oxicarbide, Oxinitride, Oxiphosphide) mit hohem Brechungsindex eingehen. Dabei kann durch Wahl der Implantationsbedingungen jedes beliebige Brechungsindexprofil eingestellt werden. Die thermische Behandlung erfolgt weit unterhalb der Kristallisationstemperatur des Glases. Mit dem Verfahren ist es möglich, Änderungen des Brechungsindex bis etwa 20 % zu erzielen.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird durch folgende Ausführungsbeispiele noch näher erläutert, wobei die Erfindung aber nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

Beispiel 1:

Eine Kieselglasscheibe mit einem Brechungsindex von 1,45852 wird mit Stickstoffionen einer Energie von 50 keV und einer Dosis von $1 \cdot 10^{18}$ Ionen/cm² implantiert. Anschließend erfolgt eine Gammabestrahlung mit einer Dosis von 10^5 rd. Die folgende Temperung (bei 600 °C für 20 min) führt zu einem Brechungsindex von 1,66184. Dieses bedeutet eine Änderung des Brechungsindexes um 13,94 %. Das Profil der Brechungsindexänderung ist etwa gaußförmig. Die höchste Brechungsindexänderung wird in einem Abstand von der Oberfläche gemessen, der identisch mit der mittleren projizierten Reichweite der Stickstoffionen unter den gegebenen experimentellen Bedingungen ist. In diesem Fall etwa in einer Tiefe von 0,124 µm.

Beispiel 2:

Eine Glasplatte, wie im Beispiel 1, wird mit Stickstoffionen einer Energie von 100 keV und einer Dosis von $1 \cdot 10^{17}$ Ionen/cm² implantiert. Anschließend erfolgt eine Röntgenbestrahlung mit einer Dosis von 10^6 rd und eine thermische Behandlung bei 700 °C für 10 min. Es wird ein Brechungsindex von 1,67435 erzielt, der um 14,8 % höher ist als der des Ausgangsglases.

Beispiel 3:

Eine Glasplatte, wie im Beispiel 1, wird mit Stickstoffionen einer Energie von 50 keV und einer Dosis von $1 \cdot 10^{18}$ Ionen/cm² implantiert. Es erfolgte anschließend eine Gammabestrahlung von 10^6 rd und eine thermische Behandlung bei 800 °C für 35 min. Der erzielte Brechungsindex von 1,7325 ist um 18,78 % höher als der des Ausgangsglases.

Erfindungsanspruch

Verfahren zur Änderung des Brechungsindex in dünnem Glas durch Ionenimplantation, dadurch gekennzeichnet, daß das Glas mit Metalloidionen, die selbst keine Netzwerkbildner sind, implantiert wird, mit ionisierender Strahlung bestrahlt und einer thermischen Behandlung unterhalb der Erweichungstemperatur bzw. der Kristallisationstemperatur unterzogen wird.