



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 149 972

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

11) 149 972 (44) 05.08.81 3(51) G 11 B 9/00
21) WP G 11 B / 220 112 (22) 01.04.80

71) siehe (72)

72) Pohlack, Hubert, Prof. Dr., DD

73) siehe (72)

74) VEB Carl Zeiss Jena, Büro für Schutzrechte, 6900 Jena,
Carl-Zeiss-Straße 1

54) Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen

57) Geschichtete Aufzeichnungsmedien für die irreversible Erzeugung von Mikrostrukturen, beispielsweise zum Speichern digitaler Informationen, zur Herstellung von Schablonen, Rastermaßstäben und optischen Bauelementen auf der Grundlage von Interferenz und Erzeugung, zur Erzeugung von Funktionselementen der Mikroelektronik und der integrierten Optik, zur Programmierung spezieller Halbleiterspeicher durch Unterbrechung schmelzbarer Mikro-Kontaktbrücken und anderes. Insbesondere kann es sich um metallische Materialien oder absorbierende fotoempfindliche und thermoplastische Substanzen auf geeigneten Unterlagen handeln. Ziel der Erfindung ist eine Anordnung des Aufzeichnungsmediums und seiner optischen Umgebung, durch welche die Störeffekte, die von der zur Strukturierung benötigten Strahlung errühren können, beseitigt oder reduziert werden. Das geschieht im wesentlichen durch die gemäß den Erfindungsansprüchen vorgenommene Bemessung der optischen Konstanten des Aufzeichnungsmediums selbst und dessen erfindungsgemäß strukturierte und optisch bemessene Unterlage. - Fig.2 -

Titel: Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft geschichtete Aufzeichnungsmedien
5 für die irreversible Erzeugung von Mikrostrukturen, beispielsweise zum Speichern digitaler Informationen, zur Herstellung von Schablonen, Rastermaßstäben und optischen Bauelementen auf der Grundlage von Interferenz und Beugung, zur Erzeugung von Funktionselementen der Mikro-
10 elektronik und der integrierten Optik, zur Programmierung spezieller Halbleiterspeicher durch Unterbrechung schmelzbarer Mikro-Kontaktbrücken und anderes.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es sind Anordnungen zur Erzeugung von Mikrostrukturen bekannt, wobei die Strukturen in Form von Inhomogenitäten
15 durch lokale Einwirkung von Strahlungsenergie auf geeignete Materialien hergestellt werden können. So wird zum Beispiel aus Metalloberflächen bzw. Metallschichten metallisches Material in Mikrobereichen durch Strahlungsabsorption verdampft oder es werden durch Bestrahlung fotoempfindlicher bzw. thermoplastischer Materialien Inhomogenitäten in der Materialstruktur erzeugt und
20 über nachfolgende physikalische und/oder chemische Hilfsprozesse die gewünschten Mikrostrukturen entwickelt.

Dabei können vor allem bei metallischen Materialien, zum Beispiel auf Grund der hohen Wärmeleitung, unerwünschte Strukturverbreiterungen oder wallartige Aufwerfungen an den Strukturrändern und ein unerwünschtes
5 "Ausheilen" der erzeugten Mikrostrukturen entstehen oder vorwiegend bei Substanzen mit relativ kleinem Absorptionskoeffizienten, störende Interferenz- und Beugungseffekte auftreten. Diese und andere mit der Strahlungseinwirkung verbundene Störeffekte können bei bekannten
10 technischen Lösungen die reproduzierbare Erzeugung von Mikrostrukturen, insbesondere von Strukturen extrem kleiner Abmessungen, empfindlich behindern.

Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung sind Anordnungen, in welchen die
15 Störeffekte, die von der zur Strukturierung verwendeten Strahlung verursacht werden, verhindert oder zumindest reduziert werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Die erfindungsgemäße Anordnung besteht aus einer Folge
20 planparalleler Schichten, die so bemessen sind, daß eine Absorptionsschicht, in welcher die Mikrostrukturierung erfolgt, trotz nur geringer Schichtdicke eine relativ hohe effektive Absorption aufweist, wodurch eine hohe Volumendichte der absorbierenden Strahlungslei-
25 stung und damit gegenüber bekannten technischen Lösungen kurze Bestrahlungszeiten oder geringe Strahlungsleistungen sowie, insbesondere bei metallischen Absorptionsschichten, eine geringe laterale Wärmeleitung ermöglicht werden.

30 Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß hinter der Absorptionsschicht eine Interferenzschichtenfolge mit $\lambda/4$ -Schichten abwechselnd niedriger und hoher Brechungszahlen angeordnet ist, was gegenüber bekannten technischen Lösungen, bei denen die Absorptionsschicht zum Beispiel auf eine Glasunterlage
35

aufgebracht ist, eine wesentlich verminderte Strahlungsdurchlässigkeit, eine wesentlich verminderte Strahlungsreflexion und damit eine wesentlich erhöhte effektive Absorption der auftreffenden elektromagnetischen Strahlung der Wellenlänge λ bewirkt. Die erwünschte geringe Absorptionsschichtdicke (bei zugleich hoher Absorption) erfordert gemäß der Erfindung angenähert die Erfüllung der Bedingungen $n^2 - 1 \leq k^2 \leq n^2$ und $d = \lambda / 4 \bar{n} \cdot nk$, wobei n , k und d Brechungszahl, Absorptionskoeffizient und Dicke der Absorptionsschicht sind. Dabei wird der erwünschte Effekt um so besser realisiert, je größer die Anzahl der nachfolgenden einzelnen Interferenzschichtbrechungszahlen ist. Doch ist auch bei extremer Reduzierung der Interferenzschichtanzahl immer noch mit einem deutlichen Effekt zu rechnen, so daß auch die Anwendung stark abgerüsteter Interferenzschichtsysteme Gegenstand der Erfindung ist.

Bei Substanzen mit relativ kleinen Absorptionskoeffizienten ist es zweckmäßig, die Wirkung der Absorptionsschicht und die der ersten Interferenzschicht(en) in einer Schicht zu vereinen. Dies geschieht gemäß der Erfindung dadurch, daß die Absorptionsschicht selbst als $m \cdot \lambda / 4$ -Schicht ($m = 1, 2, 3 \dots$), das heißt mit der geometrischen Schichtdicke $\bar{d} = m \cdot \lambda / 4 \bar{n}$ ($\bar{n}$ = Brechungszahl) ausgebildet wird. Dabei muß, wie nähere Überlegungen zeigen, die Brechzahl-alternierende Interferenzschichtenfolge bei geraden m mit einer Interferenzschicht niedriger Brechungszahl und bei ungeraden m mit einer Interferenzschicht hoher Brechungszahl beginnen. Wie mathematische Überlegungen weiter zeigen, wird die erwartete Wirkung einer solchen erfindungsgemäßen Anordnung besonders günstig, wenn der Absorptionskoeffizient k in diesem Fall mit ungefähr $\lambda / 2 \bar{n} \cdot \bar{d} = 2/m \bar{n}$ bemessen wird. Bei Substanzen mit Absorptionskoeffizienten unter diesen Werten können die der

gewählten Dicke entsprechenden ungefähren Absorptionskoeffizienten durch geringe Beimengungen einer stärker absorbierenden Substanz erreicht werden, die so beschaffen ist, daß sich das physikalische und/oder chemische Verhalten der Grundsubstanz (zum Beispiel bei fotolithografischen Prozeßschritten) nicht nachteilig ändert.

Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Figuren durch ein Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Eine Metallschicht soll als Träger eingeschriebener Digitalinformationen, etwa in Form kreisrunder metallfreier Zonen von $1\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser, dienen. Die Erzeugung der metallfreien Mikrozonen geschieht durch eine Laser-Strahlungsquelle mit einer auf einen Strahlungsquerschnitt von $1\text{ }\mu\text{m}$ konzentrierten Ausgangsleistung von 10mW bei $\lambda = 633\text{ nm}$.

Die entsprechend Figur 1 auf einen Glasträger 1 aufgebrachte Metallschicht 2, für welche bei der Wellenlänge $\lambda = 633\text{ nm}$ eine Brechungszahl $n = 2,5$ und ein Absorptionskoeffizient $k = 2,3$ eingesetzt wird, weist maximale Absorption von etwa 58% ab Schichtdicken in der Größenordnung von 100 nm auf. Die absorbierte Leistungsdichte in der Metallschicht 2 zum Zeitpunkt des Auftreffens der Strahlung wird damit $0,58 \cdot 10\text{mW}/1\text{ }\mu\text{m}^2 \cdot 100\text{ nm} = 5,8 \cdot 10^4\text{ MW} \cdot \text{cm}^{-3}$. Das Verhältnis der Randhöhe des erzeugten Loches 3 in der Metallschicht 2 zum Lochdurchmesser beträgt $1 : 10$.

Hinterlegt man dagegen entsprechend Figur 2 gemäß der Erfindung eine Metallschicht 4 der gleichen optischen Konstanten mit beispielsweise vier Paaren niedrig- und hochbrechender Interferenzschichten 5 (Brechungszahlen 1.34 und 2.4) auf einer Glasunterlage 6, so erhält man ein Absorptionsmaximum von etwa 98% mit der Schichtdicke von etwa 10 nm und

damit eine Leistungsdichte $0,98 \cdot 10 \text{ mW}/\mu\text{m}^2 \cdot 10 \text{ nm} = 9,8 \cdot 10^5 \text{ MW} \cdot \text{cm}^{-3}$. Das Verhältnis der Randhöhe des erzeugten Loches 7 in der Metallschicht 4 zum Lochdurchmesser beträgt jetzt nur noch 1 : 100.

- 5 Würde entsprechend Figur 3 die Metallschicht 8 mit der gleichen Schichtdicke von etwa 10 nm unmittelbar auf die Glasunterlage 9 aufgebracht werden, so erhielte man einen Absorptionsgrad von nur etwa 33% und damit zur Erzeugung der metallfreien Zone 10 eine ab-
- 10 sorbierte Leistungsdichte von $0,33 \cdot 10 \text{ mW}/\mu\text{m}^2 \cdot 10 \text{ nm} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ MW} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Die erfindungsgemäß entsprechend Figur 2 erzeugte metallfreie Zone 7 legt die hochreflektierende Unterlage 5 und 6 frei und kann somit bei Abtastung

15 mit energiearmer Strahlung der gleichen Wellenlänge als Reflexionssignal gelesen werden.

- Der Vorteil der Erfindung bei diesem Ausführungsbeispiel besteht also in der verkürzten Zeit der erforderlichen Strahlungseinwirkung bis zum Verdampfen der Substanz.
- 20 Damit ist zugleich eine entsprechend verringerte Wärmeleitung in die Nachbarschaft der bestrahlten Zone verbunden. Ein weiterer Vorteil besteht in der geringen Tiefenabmessung der erzeugten Mikrostruktur im Verhältnis zu deren Durchmesser. Aus diesen Eigenschaften folgt
- 25 eine kontrastreiche Strukturbegrenzung ohne unerwünschte Strukturverbreiterung und ohne störende Beugungseffekte an den Rändern beim Abtasten mit sichtbarer oder längerwelliger Strahlung.

Erfindungsansprüche:

1. Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen, bestehend aus einer absorbierenden Substanz, in welcher mit Hilfe auftreffender und absorbierter elektromagnetischer Strahlung durch lokales Schmelzen und Verdampfen bzw. durch lokale physikalische und/oder chemische Reaktionen der absorbierenden Substanz substanzfreie Zonen bzw. Substanzinhomogenitäten erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Brechungszahl n und der Absorptionskoeffizient k der absorbierenden Substanz möglichst eng benachbarte Werte besitzen und ihre Dicke einen Wert in der Größenordnung von $\lambda / 4 n \cdot k$ hat und daß sie durch eine Interferenzschichtenfolge von $\lambda / 4$ -Schichten mit abwechselnd niedrigen und hohen Brechungszahlen hinterlegt ist.
2. Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Interferenzschichtenfolge aus nur einer niedrigbrechenden $\lambda / 4$ -Schicht auf einer hochreflektierenden Unterlage besteht.
3. Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die niedrigbrechende Interferenzschicht aus Siliziumdioxid und die hochreflektierende Unterlage aus Silizium besteht.
4. Geschichtetes Aufzeichnungsmedium für Mikrostrukturen nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktion der Absorptionsschicht und die der ersten Interferenzschicht(en) durch eine einzige absorbierende Schicht der Brechungszahl $\bar{n}$ und des Absorptionskoeffizienten $\bar{k}$ wahrgenommen wird

und daß die Schichtdicke dann mit ungefähr $m \cdot \lambda / 4n$
($m = 1, 2, 3 \dots$) und der Absorptionskoeffizient ent-
sprechend mit ungefähr $\lambda / \sqrt{2} \cdot n d$ zu bemessen
ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

We/Thi

