



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **216 837 A1**

3(51) H 05 K 3/00

C 03 C 23/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 05 K / 251 924 8

(22) 13.06.83

(44) 19.12.84

(71) Ingenieurhochschule Mittweida, 9250 Mittweida, Platz der DSF 17, DD

(72) Lämmel, Bernd, Dr.-Ing., DD; Zscherpe, Gerhard, Prof. Dr. sc. nat., DD; Lasow, Ljubomir, Dipl.-Phys., BG

(54) **Einschmelzen von absorbierenden Teilchen in transparente Stoffe**

(57) Mit Hilfe des Verfahrens wird das Einschmelzen einer absorbierenden Schicht in ein schwach absorbierendes bzw. transparentes Substrat mittels Laser geeigneter Wellenlänge garantiert. Eine Mehrschichtkombination wird nicht ausgeschlossen. Die eingeschriebene Struktur wird dadurch sichtbar, daß die mit dem Laser bestrahlten Zonen nach Behandlung mit einem geeigneten Lösungsmittel unbeeinflusst bleiben, während die unbestrahlten Zonen abgetragen werden. Das Verfahren läßt sich auch dann zur Anwendung bringen, wenn eine transparente oder schwach absorbierende Schicht, die auf einem stark absorbierenden Substrat aufgebracht wurde, mit dem Laser geeigneter Wellenlänge bestrahlt wird. In jedem Fall müssen die thermischen Eigenschaften von Schicht und Substrat miteinander vergleichbar sein (Schmelzpunkt, Schmelz-, Verdampfungswärme), um ein optimales Vermischen von Schicht und Substrat zu garantieren und ein vorzeitiges Verdampfen von Schicht oder Substrat (explosionsartiger Abtrag) zu verhindern.

Titel der Erfindung

Einschmelzen von absorbierenden Teilchen in transparente Stoffe

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, bei dem mit Hilfe von Laserstrahlen stark absorbierende Teilchen in transparente Stoffe eingeschmolzen werden können.

Die erfindungsgemäße Lösung kann für das Einschreiben von Leitungsstrukturen und von Kontaktstellen in isolierende Substratmaterialien (z. B. Quarzglas, Saphir) bzw. zwischen Mehrlagenebenen und zum Beschriften von transparenten Materialien (z. B. Glas) angewendet werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß folgende Verfahren zum Einbringen von Strukturen in verschiedenste Materialien mittels Laser geeignet sind.

- (1) Die Wellenlänge des Lasers ist auf den Werkstoff so abgestimmt, daß eine direkte Wechselwirkung garantiert wird.

In diesem Zusammenhang gehört zum Stand der Technik das Einschreiben von Informationen in stark absorbierende

Stoffe mittels Laserstrahl. Strahl und Objekt werden mittels Computersteuerung relativ zueinander bewegt.

In /1/ wird ein Verfahren beschrieben, das mit Hilfe eines modulierten Laserstrahles einen Materialabtrag zur Erzeugung einer Struktur beschreibt. Ein Modulationssignal steuert die Polarisationsrichtung eines Laserstrahles, und der polarisierte Strahl wird durch einen Polarisationsanalysator auf eine Fokussierlinse geführt. Material wird nur an solchen Punkten abgetragen, wo die Leistungsflußdichte des Lasers oberhalb der Abtragsschwelle liegt.

- (2) Durch Verdampfen von Material mittels Laser werden Strukturen auf verschiedenste Substratmaterialien aufgebracht.

/2/ beschreibt eine Abgleichmethode, bei der Material nicht nur abgetragen, sondern auch aufgebracht werden kann. Das Verfahren besteht darin, daß der Laser auf eine dünne Metallfolie fokussiert wird, die sich direkt über dem betreffenden Bauelement befindet und verdampft wird.

Ein ähnliches Verfahren zur Erzeugung definierter Strukturen in einem Schritt wird mit /3/ patentiert. In einem Abstand von ca. 50 μm wird über dem zu verdampfenden Substrat ein weiteres angebracht. Dieses Substrat trägt einen Metallfilm, der dem unteren zugewandt ist. Der Laserstrahl wird auf dem Metallfilm fokussiert. Die entstehende Dampf Wolke schlägt sich je nach Bewegungsrichtung in der gewünschten Leiterbahnform nieder.

- (3) Die Wechselwirkung des Laserstrahles mit dem Material findet in einer Gasatmosphäre statt.

In /4/ wird ein Erfindungsanspruch formuliert, mit dem die Erzeugung definierter Strukturen durch die Gasumströmung eines Substrates erreicht wird. Anstelle des Gases kann auch eine Lösung benutzt werden, die an jenen Stellen zersetzt wird, die durch den Laser aufge-

heizt wurden. In beiden Fällen bildet sich ein metallischer Niederschlag. Ein Arbeiten unter Vakuum ist nicht erforderlich. Als Trägergase kommen u. a. Metall-Carbonyle, -Azetyl, -Azetone und -Alkyle zur Anwendung.

- (4) Durch die Anwendung eines Musters zwischen Laserstrahl und Werkstoff wird in einem Schritt die gewünschte Struktur im Material erzeugt.

Eine Strahlformung wird in /5/ durch ein Dia oder Hologramm vorgenommen. Das Dia bzw. Hologramm wird mit dem Laserstrahl ausgeleuchtet und auf das zu bearbeitende Material projiziert.

Eine auf dem gleichen Verfahren beruhende Anordnung wird in /6/ beschrieben. In eine Glasplatte mit hochreflektierender Schicht wird das gewünschte Muster geätzt. Diese Stellen sind für die Laserstrahlung durchlässig.

Zur Bearbeitung dünner Metallschichten wird in /7/ eine das entsprechende Muster tragende Maske vorgeschlagen. Indem sie in den Strahlengang gebracht wird, vermeidet man den Ätzprozeß und seine Vorstufen.

In /8/ wird die Maske zur Strahlformung im Resonator des Lasers angeordnet. In diesem Fall erweist sich als vorteilhaft, daß die undurchsichtigen Teile der Maske bei hohen Leistungsdichten nicht zerstört werden.

- (5) Die Schichtkombination wird der Laserstrahlung so angepaßt, daß unterschiedliche optische Eigenschaften von Schicht und Substrat zur gewünschten Strukturierung führen.

Das Lochen von Lochkarten wird in /9/ mit Hilfe eines Laserstrahles durchgeführt. Dabei wird die Laserenergie so dimensioniert, daß nur dort ein Loch entsteht, wo die Karte mit einer stark absorbierenden Tinte bedruckt ist.

In /10/ wird auf das zu bearbeitende Material eine

n $\frac{\lambda}{4}$ ($n > 1$) Schicht aufgebracht, die dazu bestimmt ist, einen Laserstrahl mit der Wellenlänge λ im Vakuum zu reflektieren. Die zu strukturierenden Stellen werden freigelassen. Auf diese Weise wirken die Schichten wie ein Laserspiegel, der aufgrund eines Absorptionskoeffizienten von nahezu 0 auch noch eine hohe Zerstörungsschwelle aufweist.

Ziel der Erfindung

Der Erfindung liegt die Zielstellung zugrunde, durch Laserlicht geeigneter Wellenlänge absorbierende Teilchen in transparente Stoffe mittels Laser einzuschmelzen.

Bei Anwendung dieses Verfahrens

- a) wird auf die Herstellung von Masken, die im Strahlengang angeordnet werden, verzichtet;
- b) entfallen die zum Teil zeitaufwendigen und kostspieligen Fotolithographieschritte.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Mit der Erfindung werden absorbierende Teilchen auf einem transparenten Stoff aufgebracht und nachfolgend mit dem Laser so bestrahlt, daß sie im Stoff eingeschmolzen werden. Nach dem Entfernen der absorbierenden Schicht mit einem geeigneten Lösungsmittel (z. B. Azeton, Spiritus, Nitrobenzol) bleibt die gewünschte Struktur an jenen Stellen des Stoffes, die mit dem Laser bestrahlt wurden.

Unterscheiden sich die thermischen Eigenschaften (z. B. Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit) von aufgebrachtener Schicht und Stoff nur unbedeutend, so funktioniert das Verfahren auch für transparente Schichten auf stark absorbierenden Stoffen.

Merkmale der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß nach Aufbringen (Aufstreichen, Aufdampfen, Sputtern) einer für die Laserwellenlänge stark absorbierenden Schicht auf einer transparenten Unterlage ihr Einschmelzen bei angepaßter Laserenergie erfolgt. Mit einem schreibenden Laserstrahl können somit in eine transparente Unterlage beliebige Strukturen eingebracht werden, die nach Entfernen der absorbierenden Schicht mit Hilfe eines Lösungsmittels (z. B. Azeton, Spiritus, Nitrobenzol) deutlich sichtbar werden.

Erfindungsgemäß funktioniert das Verfahren auch dann, wenn die thermischen Eigenschaften von aufgebrachter Schicht und Unterlage vergleichbar sind und die Schicht für die Laserwellenlänge transparent, aber die Unterlage stark absorbierend ist.

Ausführungsbeispiel

Als Beispiel wurde die Beschriftung von Milchglas mit einer aufgestrichenen Goldbronze ausgewählt. Die Bestrahlung erfolgte mit einem Nd:YAG-Laser ($\lambda = 1,06 \mu\text{m}$). Folgende Laseranlagenparameter wurden benutzt:

cw-Leistung $P_{\text{cw}} = 9 \text{ W}$,

Brennweite der Fokussieroptik $f = 75 \text{ mm}$,

Bearbeitungsgeschwindigkeit $v = 7,5 \text{ mm s}^{-1}$,

Defokussierung $\text{Def} = + 2000 \mu\text{m}$.

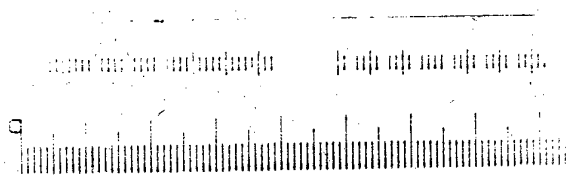


Bild: Einschreiben einer Skala auf Milchglas, das mit Goldbronze bestrichen wurde.

Nach Entfernen der unbestrahlten Fläche mit Nitrobenzol wird die eingeschriebene Struktur sichtbar.

Erfindungsanspruch

1. Einbringen von absorbierenden Teilchen in transparente Stoffe mit Hilfe eines schreibenden Laserstrahles gekennzeichnet dadurch, daß die transparente Unterlage mit einer stark absorbierenden Schicht versehen wird, die nach dem Einschmelzvorgang mit einem geeigneten Lösungsmittel entfernt wird.
2. Einbringen von absorbierenden Teilchen nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß mit Hilfe eines modulierten Laserstrahles eine leitende Schicht in das transparente Substrat (Dielektrikum) als Leitungsmuster mit Kontaktstellen sowie Bohrungen zur elektrischen Verbindung von Mehrschichtebenen eingebracht wird.
3. Einbringen von absorbierenden Teilchen nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß beliebige Strukturen mittels schreibenden Laserstrahles in stark absorbierende Unterlagen eingebracht werden, die mit einer transparenten Schicht versehen wurden, wobei thermische Eigenschaften (z. B. Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit) von Schicht und Unterlage in diesem Fall miteinander vergleichbar sind.

4. Verfahren nach Punkt 1, 2 und 3 gekennzeichnet dadurch, daß das Verschmelzen von Schicht und Unterlage sowohl im CW-Betrieb als auch im Q-switch-Betrieb des Lasers erfolgen kann.