

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH**

696 759 A5

(51) Int. Cl.: **B24C** 1/04 (2006.01)
B28D 1/22 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 02123/03

(22) Anmeldedatum: 12.12.2003

(24) Patent erteilt: 30.11.2007

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2007

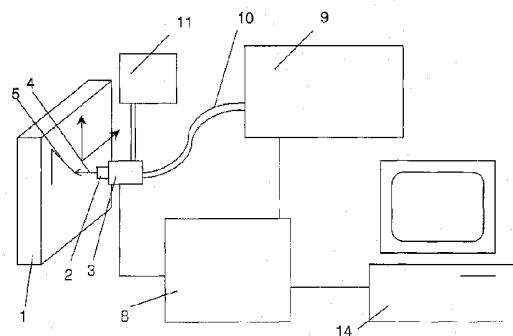
(73) Inhaber:
Böbbi Schiess, Schulhausstrasse 14
6330 Cham (CH)

(72) Erfinder:
Böbbi Schiess, 6330 Cham (CH)

(74) Vertreter:
Frei Patentanwaltsbüro AG, Postfach 524
8029 Zürich (CH)

(54) **Verfahren zum Gravieren.**

(57) Gemäss dem Verfahren zum Gravieren von Schriften, Bildern und Ornamenten in Stein, Keramik oder Metall wird ein gebündelter Flüssigkeitsstrahl (4) auf eine Oberfläche des Steines, Keramikelementes oder Metallstücks (1) gerichtet und durch die Einwirkung des Flüssigkeitsstrahls am Auftreffpunkt Material abgetragen. Eine Gravur entsteht, wenn ein Gravierkopf (3) mit einer den Flüssigkeitsstrahl ausstossenden Düse elektronisch gesteuert über die Oberfläche bewegt wird. Vorzugsweise besteht der Flüssigkeitsstrahl aus einer flüssigen Komponente und einem Abrasivmittel, bspw. Sand.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Bearbeitung von Stein, Keramik und Metall. Sie hat ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Gravieren von Stein, Keramik und Metall sowie ein mit dem Verfahren herstellbares Produkt zum Inhalt.

[0002] Die herkömmliche Bearbeitung von Stein, z.B. in der Grabmalkunst, erfolgt durch Meissel und Hammer. Schriften und Ornamente werden mittels Handarbeit in den Stein graviert. Diese traditionelle Bearbeitungsmethode ist sehr zeitaufwändig. Zudem können nur Schriften mit einer bestimmten Grösse in den Stein gehauen werden. Die Grösse der Gravuren mit herkömmlicher Technik ist durch die Grösse der Werkzeuge nach unten limitiert. Ausserdem ist nur eine beschränkte Tiefe der eingravierten Schriften und Ornamente möglich. Um die fehlende Tiefenwirkung zu kompensieren, werden eingravierte Schriftzüge oft noch mit Farben ausgemalt.

[0003] Bekannt sind ausserdem Verfahren, die die Verwendung einer Maske und das Aberodieren von nicht durch die Maske bedeckten Flächen beinhalten. Das Erodieren kann bspw. durch meist chemische, abrasiv wirkende Mittel geschehen. Nachteilig sind der Aufwand zum Herstellen einer Maske und zum Aberodieren von Stein, die nur geringe erreichbare Tiefe sowie in vielen Fällen die fehlende Umweltverträglichkeit. Diese Verfahren haben sich daher nicht durchgesetzt.

[0004] Im Gegensatz zum Gravieren werden für die Herstellung von Intarsien in Stein auch moderne technische Hilfsmittel verwendet. Man bedient sich bspw. des bekannten Wasserstrahl-Schneidverfahrens «water jet cutting», um aus einer Steinplatte gezielt Muster scherenschnittartig auszuschneiden. In die entstandenen Aussparungen werden Elemente eines zweiten Materials eingelegt, welche bspw. ebenfalls mit dem Wasserstrahl-Schneidverfahren hergestellt wurden. Beim Wasserstrahl-Schneidverfahren ist das wesentliche zu lösende Problem, dass der Wasserstrahl für dicke durchzuschneidende Körper genügend kollimiert ist. Am besten können die sich stellenden Aufgaben bei Betriebsdrücken von mindestens 1500 bar, am besten 4000 bar und mehr, gelöst werden.

[0005] Der Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Gravieren von Stein zur Verfügung zu stellen, welches den Einsatz von technischen Hilfsmitteln erlaubt und rationeller ist als das traditionelle handwerkliche Gravieren, dabei aber die Nachteile der Maskentechnik nicht aufweist.

[0006] Der Erfindung liegt die Idee zu Grunde, einen gebündelten Flüssigkeitsstrahl auf die Oberfläche des Steins, Keramik- oder Metallkörpers auftreffen zu lassen, so dass am Auftreffpunkt des Flüssigkeitsstrahles auf den Stein, Keramik- oder Metallkörper Material abgetragen wird, und den Flüssigkeitsstrahl so gezielt über die Oberfläche des Steines zu führen, dass die gewünschte Gravur entsteht, der Stein aber nicht durchdrungen oder zertrennt wird.

[0007] Ein «gebündelter» Flüssigkeitsstrahl ist in diesem Kontext ein Flüssigkeitsstrahl, welcher einen definierten Durchmesser hat, der deutlich kleiner ist als die Abmessungen der zu bearbeitenden Steinoberfläche. Der Durchmesser kann bspw. zwischen einem Zehntelmillimeter und einigen Millimetern, vorzugsweise bei maximal 2 mm liegen. Häufig ist der Bereich zwischen 0,5 und 1,1 mm ideal.

[0008] Ausserdem ist ein gebündelter Flüssigkeitsstrahl kollimiert in dem Sinn, dass er auf einer Strecke von der typischen Eingraviertiefe – bspw. zwischen 1 mm und 40 mm – nicht substantiell auseinanderläuft, sondern immer noch einen definierten Durchmesser aufweist, also fokussiert bleibt.

[0009] Der gebündelte Flüssigkeitsstrahl wird bspw. mittels einer Düse und einem Fokussierrohr hergestellt. Der Düsendurchmesser beträgt beispielsweise zwischen 0,2 mm und 0,5 mm, der Durchmesser des Fokussierrohrs typischerweise das Zwei- bis Dreifache des Düsendurchmessers.

[0010] Die Erfindung beruht auf der überraschenden Erkenntnis, dass durch das gezielte Führen des Wasserstrahls eine genügend definierte und damit gewünschte Gravur – auch mit vergleichsweise hohen Aspektverhältnissen – entstehen kann, obwohl bspw. Naturstein nicht vollständig definierbare Eigenschaften hat. Während man das Wasserstrahlschneiden als «brute force»-Methode ohne Weiteres auf Stein anwenden kann, ist solches beim Gravieren als Einbringen von den Stein nicht durchdringenden Strukturen nicht a priori zu erwarten.

[0011] Das erfindungsgemässe Verfahren bewährt sich insbesondere dort, wo konventionelle Verfahren (Meisseln in der Grabmal- und Beschriftungskunst) nur eine eingeschränkte Auswahl an Motiven und Schriften und eine unzureichende Wirtschaftlichkeit bieten können. Bis anhin wurden die Schriften in zeitaufwändiger Arbeit vom Bildhauer in Stein geschlagen. Die Schrift musste in einer bestimmten Mindestgrösse gehauen werden. Nach der Bearbeitung des Steins wurden die Tiefen mit einer Farbe ausgemalt.

[0012] Mit der neuen Technik können verschiedene Natursteine und auch steinähnliche Materialien wie Keramik und auch Metalle in einer sehr ökonomischen und wirtschaftlichen Art und Weise mit kleinem Schriftfont oder beliebigen Bildern graviert werden. Durch die relativ hohe Einschnitttiefe müssen keine Nachzeichnungen vorgenommen werden. Ein idealer Schatten-Licht-Effekt wird bei einem Aspektverhältnis von bspw. mindestens 2:1 allein durch die Schnitttiefe erreicht.

[0013] Da beim Gravieren weder Gase noch giftige Dämpfe entstehen, ist das Verfahren sicher, sauber und umweltschonend.

[0014] Da keine Hitzeeinwirkung auftritt, entstehen am Rand der Gravur weder Gefügeveränderungen, Randzonenaufhärtungen noch Mikrorisse.

[0015] Ein weiterer, gewichtiger Vorteil des Verfahrens ist, dass es mit Wasserstrahlschneidemaschinen mit Druckerzeuger und NC-Steuerung ausführbar ist. Es können also bereits erhältliche Technologien verwendet werden, was sehr rasch eine rationelle Verwendung des Verfahrens ermöglicht.

[0016] Das Verfahren eignet sich zum Gravieren unterschiedlichster Motive und Schriften in verschiedene Natursteine, Keramik oder Metalle in der Grabmalkunst, Bildhauerei und in der Beschriftungsindustrie. Verwendete Steine sind bspw. Sandstein, Granit oder Gneis, Muschelkalkstein Porphy, Basalt, Kalkstein, Marmor, Syenit, Andesit, Melaphyr, Schiefer, Grauwacke, Kirtschewit und jegliche weitere in der Grabmalkunst, Bildhauerei und Beschriftungsindustrie verwendete Steine, dazu auch Keramiken und Metalle wie Bronze, Messing, Aluminium, Eisen, Kupfer, Silber und weitere elementare Metalle und Legierungen. Wenn Steine graviert werden sollen, wirkt die Erfindung besonders vorteilhaft bei Steinen, die nicht geschichtet aufgebaut oder brüchig sind.

[0017] Das Verhältnis zwischen Graviertiefe und Flüssigkeitsstrahldurchmesser ist bspw. immer grösser als 1 und kann mindestens 3, mindestens 5 oder mindestens 10, 15, 20 etc. betragen.

[0018] Beim Eingravieren von Schriften beträgt das Aspektverhältnis der entstehenden Gravur, also das Verhältnis zwischen der Tiefe der Strukturen und deren Breite, bspw. mindestens 1:1, mindestens 3:2 oder sogar mindestens 2:1, 3:1 oder 4:1.

[0019] Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, den Flüssigkeitsstrahl aus einer flüssigen Komponente, bspw. Wasser, und einem Abrasivmittel, bspw. scharfkantigem Natursand, aufzubauen. Der vor einer Düse, durch welche der Flüssigkeitsstrahl ausgestossen wird, herrschende Betriebsdruck ist vorzugsweise markant kleiner als derjenige für das Wasserstrahlschneiden, bspw. zwischen 100 bar und 1000 bar.

[0020] Auch die Verwendung von Abrasivmitteln ist aus der Technik des Wasserstrahlschneidens an sich bekannt. Durch die Beigabe von Abrasivmitteln entwickelt der Strahl eine enorme Schneidkraft und vermag fast alle Materialien zu trennen. Mittels abrasivem Wasserstrahlschneiden lassen sich bspw. neben Naturstein Aluminium, CrNi-Stahl, Buntmetalle, Titan, hochlegierter Stahl, Thermo- und Duroplaste, Verbundmaterialien, Keramik, Glas, Waben- und Hohlkammer-Materialien und viele Sonder-Werkstoffe bearbeiten.

[0021] Als Abrasivmittel kann feinkörniger Sand verwendet werden. Die minimale Härte der Partikel hängt von der Art des zu bearbeitenden Materials ab und beträgt bspw. mindestens 5 Mohs oder mindestens 7 Mohs und bspw. zwischen 7,5 und 8,5 Mohs. Die Körnung kann je nach Düsendurchmesser bspw. mindestens 30 (Korngrösse höchstens 0,54 mm), mindestens 50 Mesh (Korngrösse höchstens 0,32 mm) oder mindestens 80 Mesh (Korngrösse höchstens 0,2 mm) betragen (Mesh: Anzahl Maschen eines Maschensiebs pro Zoll). Die Abrasivmittel können Metall- und Halbleiteroxide, -karbide oder -nitride als wesentliche Bestandteile beinhalten. Ein Beispiel für ein bewährtes und günstiges Abrasivmittel ist Gratsand, welcher Quarz, Eisen- und Aluminiumoxide sowie je nachdem weitere Metalloxide enthält.

[0022] Im Folgenden werden Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens anhand von Figuren beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zum Gravieren von Naturstein

[0023] Die Vorrichtung von Fig. 1 dient dem Eingravieren von Schriftzügen, Ornamenten oder Figuren in Naturstein 1. Der aus einer Fokussiereinheit 2 eines Gravierkopfes 3 austretende Flüssigkeitsstrahl 4 erzeugt rillenartige Vertiefungen 5 im Stein. Mittels NC-Steuerung und Servomotoren oder anderen Mitteln wird der Gravierkopf der Anlage entlang der X-, Y- (entlang der Steinoberfläche; in der Figur dargestellt durch Pfeile) und ggf. der Z-Achse bewegt. In der Figur schematisch dargestellt ist eine zentrale Steuerungseinheit 8. Der Graviervorgang ist vergleichbar mit einem Plottvorgang. Die Graviertiefe kann durch die Geschwindigkeit der Bewegung in der X-Y-Ebene beeinflusst werden.

[0024] Die Fokussiereinheit besitzt bspw. eine Düse und ein Fokussierrohr.

[0025] Mit Hilfe einer Hochdruckpumpe 9 wird Wasser auf 300–500 bar aufbereitet. Über einen flexiblen Hochdruckschlauch 10 wird das Druckwasser zum Gravierkopf 3 geleitet. Es können auch mehrere, bspw. synchron bewegte, Gravierköpfe verwendet werden (nicht gezeichnet).

[0026] Im Gravierkopf 3 wird dem Wasserstrahl Abrasivmittel aus einem Abrasivmittel-Reservoir 11 zugeführt. Das Abrasivmittel kann ein konventioneller Granat- oder Olivinsand oder ein anderes, vergleichbares Mittel sein.

[0027] Der Flüssigkeitsstrahl aus Wasser und Abrasivmittel wird über das Fokussierrohr gebündelt und stösst als feiner Strahl von ca. 0,5 bis 1,2 mm kurz nach dem Austritt auf den Werkstoff. Die Folge ist ein gleichmässiges Gravieren in die Oberfläche, wobei die Graviertiefe mittels unterschiedlichen Maschinenparametern (Geschwindigkeit, Bündelung, Druck, Abrasivmittel-Konzentration etc.) verändert werden kann. Bei geeigneter Steuerung können anstelle von Schriften auch ganze 3D-Reliefbilder entstehen.

[0028] Beim Beginn einer neuen Gravurlinie wird vorzugsweise während einer Einstechzeit (typischerweise zwischen 0,1 s und 1,5 s) mit einem unter Umständen reduzierten Einstechdruck (beispielsweise um einen Faktor 1,1 bis 4 reduziert im Vergleich zum Gravierdruck) stillstehend verharret, bis sich der Abrasivstrahl auf die gewünschte Tiefe eingefressen hat. Erst

dann fährt man mit dem Graviervorschub und dem Gravierdruck der programmierten Linie entlang. Der Gravierdruck kann höher sein als der Einstechdruck, weil der Prozess des Einstechens viel heikler in Bezug auf Abplatzer und unkontrollierte Ausbrüche beim Material ist als beim Gravieren.

[0029] Falls die Breite der zu erzeugenden Linien oder Muster grösser ist als der Strahldurchmesser, wird der Strahl so oft parallel hin- und hergeführt, bis die im Verlauf des ganzen Graviervfahrens durch den Strahl bearbeitete Fläche dem einzugravierenden Muster entspricht. Es kann aber sein, dass die jeweils nächste Parallelbahn um mehr als den Strahldurchmesser versetzt gewählt wird, damit der Strahl bei seinem Vortrieb im Material von beiden Seiten Widerstand hat. Beispielsweise wird die nächste Parallelbahn jeweils um ca. 0,07 bis 0,3 mm – je nach zu bearbeitendem Material – mehr als den Strahldurchmesser versetzt. Der Vorschub beträgt beispielsweise bei Stein zwischen 400 mm/min für sehr harten Stein und 2000 mm/min für weichere Gesteine. Bei Metallen nimmt er, ebenfalls je nach Härte und Gravurtiefe, Werte zwischen 200 mm/min und 5000 mm/min an.

[0030] Eine Programmierung bzw. Datenaufbereitung kann bspw. mit Hilfe eines CAD-Programmes erfolgen. In Fig. 1 ist schematisch ein Datenverarbeitungsgerät 14 gezeichnet, über welches die zentrale Steuereinheit mit Daten versorgt werden kann. Wenn eine Inschrift erzeugt werden soll, wird bspw. ein vektorisierter Schriftfont als Basisdatensatz verwendet. Der Schriftfont kann an technologische Besonderheiten oder Notwendigkeiten des Verfahrens angepasst sein. So kann bspw. bei eher brüchigen Natursteinen der Schriftfont so ausgebildet sein, dass sich im Innern der Buchstaben keine Inseln bilden, ähnlich einer Schablonenschrift.

[0031] Ein mit dem erfindungsgemässen Verfahren herstellbares Produkt zeichnet sich dadurch aus, dass einem Naturstein oder vergleichbaren Material an der Oberfläche nicht durchgehende Vertiefungen beigebracht sind, die einen Schriftzug, ein (Relief-)Bild oder ein Ornament bilden. Schriftzüge und Ornamente weisen bspw. Vertiefungen mit einem Aspektverhältnis von mindestens 1:1, 3:2, 2:1, 3:1, 4:1 oder 5:1 auf.

[0032] Zusammenfassend wird beim Verfahren zum Gravieren von Schriften, Bildern und Ornamenten in Stein ein gebündelter Flüssigkeitsstrahl auf eine Oberfläche des Steines gerichtet, und durch die Einwirkung des Flüssigkeitsstrahls am Auftreffpunkt Material abgetragen. Eine Gravur entsteht, wenn ein Gravierkopf mit einer den Flüssigkeitsstrahl ausstossenden Düse bspw. elektronisch gesteuert über die Oberfläche bewegt wird. Vorzugsweise besteht der Flüssigkeitsstrahl aus einer flüssigen Komponente und einem Abrasivmittel, bspw. Sand, mit einer Grösse von bspw. maximal 0,1 mm.

[0033] Die obige Ausführungsform wurde am Beispiel «gravieren in Naturstein» erklärt. Anstelle von Naturstein kann aber auch Metall oder Keramik gewählt werden, wobei der Abrasionsvorgang ähnlich abläuft. Wesentlich ist das Abtragen von substantiellen Mengen Materials und daraus folgend das Entstehen von Vertiefungen.

[0034] Es soll auch noch erwähnt werden, dass die vorstehend beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens nicht die einzig mögliche Ausführungsform ist. Bspw. kann als Flüssigkeit anstelle von Wasser auch eine andere Flüssigkeit verwendet werden. Ausserdem ist eine Programmierung mittels CAD-Software keine Notwendigkeit. Anstelle von an sich konventionellen Wasserstrahlschneidemaschinen können auch andere Vorrichtungen verwendet werden, bspw. eigens konzipierte Graviermaschinen. Diese können bspw. vorsehen, dass mittels einer Benutzeroberfläche direkt Schriften ausgewählt, Grafiken entworfen oder eingelesen und Texte geschrieben oder geladen werden können. Auch eine manuelle Steuerung ist möglich, bspw. mittels geeigneter Kontrollhebel oder – direkt am Computer – mittels Computermaus, Tastatur, «Touch Screen», Joystick oder Ähnlichem.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gravieren von Schriften, Bildern und Ornamenten in Stein, Keramik oder Metall, wobei ein gebündelter Flüssigkeitsstrahl (4) auf eine Oberfläche des zu gravierenden Elementes (1) gerichtet, und durch die Einwirkung des Flüssigkeitsstrahls (4) am Auftreffpunkt Material abgetragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitsstrahl Festkörper der Grösse von höchstens 0,1 mm als Abrasivmittel enthält, wobei die Festkörper vorzugsweise scharfkantig sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörper Sandpartikel sind.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass der Flüssigkeitsstrahl aus einer Fokussiereinheit mit einer Düse ausgestossen wird, wobei vor der Düse ein Betriebsdruck zwischen 100 bar und 1500 bar herrscht.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitsstrahl einen Durchmesser von maximal 2 mm, vorzugsweise maximal 1,2 mm, und bspw. mindestens 0,5 mm, hat.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Flüssigkeitsstrahl erzeugender Gravierkopf (3) automatisch und elektronisch gesteuert so über der Oberfläche verschoben wird, dass ein Schriftzug, Bild oder Ornament entsteht.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass so lange Material abgetragen wird, bis das Aspektverhältnis der entstehenden eingravierten Vertiefungen mindestens 1:1 beträgt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Anfang einer Gravurlinie der Flüssigkeitsstrahl zum Einstechen mit einem reduzierten Druck stationär gehalten wird, bis sich eine Vertiefung gebildet hat.
9. Vorrichtung zum Gravieren von Schriften, Bildern und Ornamenten in Stein, Keramik oder Metall, aufweisend einen Gravierkopf (3) mit einer Fokussiereinheit, aus welcher ein Flüssigkeitsstrahl (4) ausstossbar ist, und eine Einrichtung zum Bewegen des Gravierkopfes über einer Oberfläche und programmierte Steuerungsmittel (8, 14) zum Steuern der Bewegung des Gravierkopfes (3), wobei die Steuerungsmittel so programmiert sind, dass sie nach Auslösung durch einen Benutzer den Gravierkopf das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführen lassen.
10. Element aus Stein, Keramik oder Metall, aufweisend eine Gravur, hergestellt mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

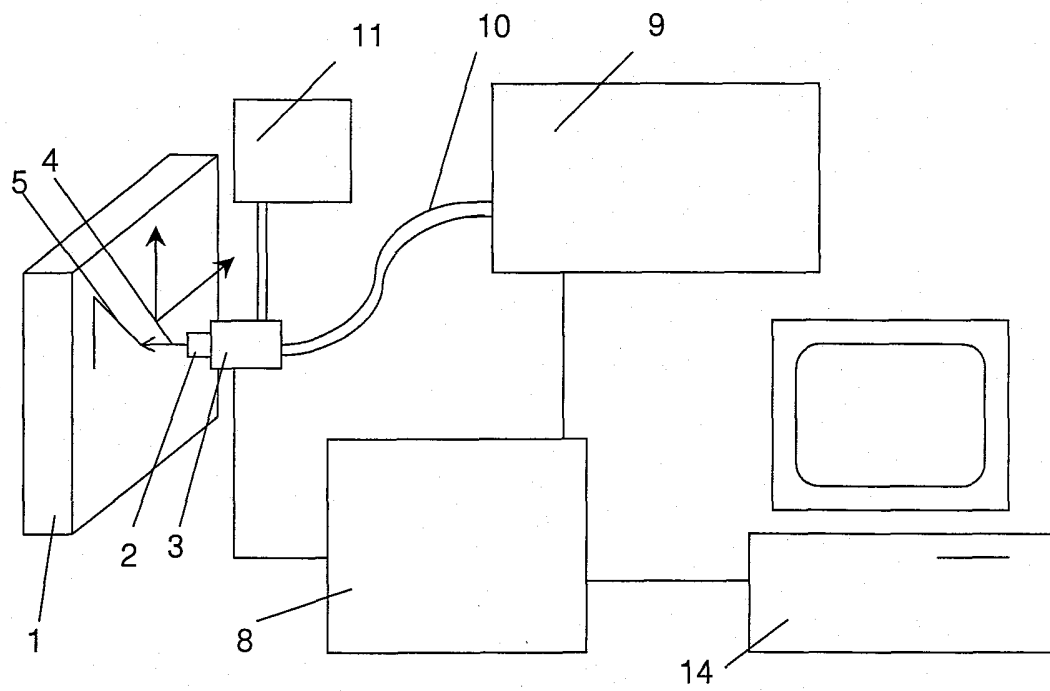


Fig. 1