CH 678028 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 678028 A5

(51) Int. Cl.[5]: B 23 K 26/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 1534/90

(22) Anmeldungsdatum: 01.09.1988

(24) Patent erteilt: 31.07.1991

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.07.1991

(73) Inhaber:
Institut Fiziki Akademii Nauk Litovskoi SSR, Vilnjus (SU)

(72) Erfinder:
Kanapenas, Rimantas-Mikolas Vilevich, Vilnjus (SU)
Vaitkyavichjus, Mindaugas Juozovich, Vilnjus (SU)
Vischakas, Jurgis Karlovich, Vilnjus (SU)
Dumchjus, Kyastutis Jurgievich, Vilnjus (SU)
Bendoraitis, Eduardas Juozovich, Vilnjus (SU)

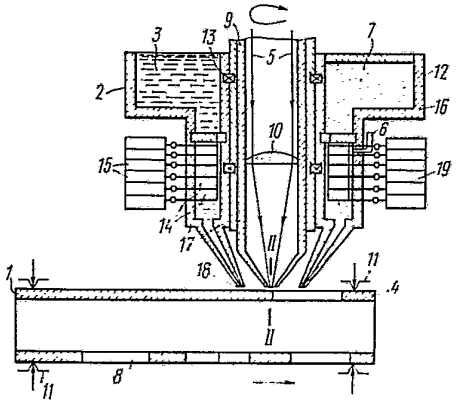
(74) Vertreter:
Patentanwälte Schaad, Balass & Partner, Zürich

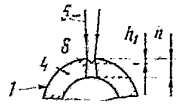
(86) Internationale Anmeldung: PCT/SU 88/00176 (Ru)

(87) Internationale Veröffentlichung: WO 90/02628 (Ru) 22.03.1990

(54) Verfahren zum Herstellen von Filtern und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Zum Herstellen des insbesondere zur Wasserförderung aus Tiefbohrungen dienenden Filters werden auf die zu bearbeitende Oberfläche eines Werkstücks (1) zur Bildung eines Schnittraumes ein gebündelter Laserstrahl (5) und ein Arbeitsgasstrom gerichtet, während das Werkstück (1) relativ zum Laserstrahl (5) bewegt wird. Der Laserstrahl (5) wird auf einen Brennpunkt fokussiert, der sich in einer von der Oberfläche des aus Metall bestehenden Werkstückes (1) gemessenen Tiefe h_1 befindet. Dem Arbeitsgasstrom wird jeweils in jenem Zeitpunkt impulsartig Schleifpulver (7) zugeführt, in welchem das im Schnittraum geschmolzene Metall periodisch sein maximales Volumen erreicht. Auf die Oberfläche des Werkstückes (1) wird vor der Einwirkung des Laserstrahls (5) eine Absorptionsschicht aufgetragen, deren Breite dem Durchmesser des Brennpunktes des Laserstrahls entspricht. Das Verfahren ergibt eine hochpräzise Schnittfläche bei einer Steigerung der Herstellungsleistung.





Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen von insbesondere zur Wasserförderung aus Tiefbohrungen dienenden Filtern gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technich

Die Anzahl der gegenwärtig bekannten verschiedenen Filterkonstruktionen und deren Herstellungsverfahren liegt etwa bei einhundert. Dabei handelt es sich beispielsweise um Sieb-, Draht-, gelochte und geschlitzte Filter.

Die nach den bekannten Verfahren hergestellten Filter sind jedoch in der Regel weder einfach noch zuverlässig. Die Verfahren selbst sind wenig produktiv, d.h. die Wasseraufnahmefläche der Filter besteht aus mehreren Schichten – einem röhrenförmigen Gerippe mit Löchern, Führungen aus Stahl, einem Gitter oder Draht.

Bei anderen Konstruktionen solcher zur Wasserentnahme dienenden Filtern ist die Aufgabe der Fertigung durch schmale Schlitze gelöst, die es gestatten, die Konstruktion des Filters zu vereinfachen, d.h. dieses als Einkomponenten-Filter auszubilden. Durch Stanzen und Walzen lassen sich schmale U-förmige Schlitze nur in dünnem Stahlblech erzielen, so dass die Anwendung in Tiefwasserschächten, die über 90% aller artesischen Schächte ausmachen, beschränkt ist.

Die gegenwärtig bekannten Verfahren bieten keine Möglichkeit, solche Filter aus Stahlrohren mit schmalen Schlitzen U-förmiger Profile herzustellen, die eine gute Hydrodynamik gewähren.

Es sind ein Verfahren zur Herstellung von Filtern durch Bearbeitung mittels Laser und eine Einrichtung für seine Durchführung in Form einer Laseranlage zur Bearbeitung von Rohren (JP, H, 60 – 223 692) bekannt. Das Verfahren besteht in der Durchführung des Schneidvorganges für die Rohre, einer Wärmebehandlung ihrer Oberfläche, ihrer Löcher.

Die Anlage enthält Mechanismen, die für eine Befestigung der Rohre in der Horizontallage, für deren Verschiebung durch den Arbeitstisch in Richtung der Koordinate X sorgen, einen Mechanismus, der ein Rohr in Umdrehung um dessen Achse in zwei entgegengesetzten Drehsinnen versetzt, einen optischen Kopf, der ein Bündel von einer Laserstrahlungsquelle auf die Bearbeitungsstelle richtet und dieses auf der letzteren zu einem Fleck vorgegebenen Durchmessers fokussiert. In der Anlage ist die Mögklichkeit einer Verschiebung des Kopfes sowohl in vertikaler Richtung als auch längs der Achse mit Hilfe eines Schraubengetriebes vorgesehen.

Von Nachteil ist beim bekannten Verfahren und der Einrichtung der Umstand, dass die Technologie es nicht erlaubt, Kegelschlitze zu erhalten, denn die Fokussierung der Laserstrahlung zu einem Fleck vorgegebenen Durchmessers sorgt nur für das Oberflächenmass des Loches, beeinflusst aber weder die Form des Schlitzes im Querschnitt noch die Reinheit seiner Wände. Die Leistungsfähigkeit der genannten Anlage legt die Strahlungsleistung und die Bewegungsgeschwindigkeit des zu bearbeitenden Rohres fest, die bei der Forderung nach einer guten Schnittqualität stark begrenzt werden.

Ferner ist auch eine Einrichtung zur Herstellung von Filtern durch Bearbeitung mittels Laser in Form einer automatisierten Anlage zum Schneiden von Werkstoffen mittels Gaslaserstrahlen (SU, A, 958 060) bekannt, die einen kontinuierlichen Laser, eine Fokussierlinse, eine Düse für die Zuführung des Arbeitsgases dem Schneidbereich und einen Arbeitstisch mit seinen Antriebswerken enthält. Die Anlage ist auch mit einem Schaltschema und zwei Druckgebern versehen, die unterhalb der Schnittlinie angeordnet sind. Der erste Geber ist in einem Abstand, der gleich dem Radius eines fokussierten Laserstrahls ist, von seiner Achse in einer der Schnittrichtung entgegengesetzten Richtung angeordnet, der andere Geber ist gegen den ersteren in der gleichen Richtung um einen Abstand versetzt, der gleich dem Durchmesser des Arbeitsgasstroms ist, der den Schnittraum verlässt. Die Ausgänge der beiden Geber sind über das Schaltschema an den Eingang eines Steuerwerkes für die Geschwindigkeit des Antriebs des Arbeitstisches angeschlossen, das es gestattet, eine manuelle und automatische Regelung der Schnittgeschwindigkeit durchzuführen. Bei optimalen Schnittgeschwindigkeiten wird ein Teil für die Zeit des Durchlaufes eines Abstandes durch den Laserstrahl gänzlich durchschnitten, der gleich dem Durchmesser des fokussierten Strahls ist. Das Teil wird in einem Abstand der gleich dem Radius des fokussierten Laserstrahls ist, von seiner Achse in einer der Schnittrichtung entgegengesetzten Richtung hindurchgeschnitten. Hierbei geht der den Schnittraum verlassende Arbeitsgasstrom zwischen den Druckgebern hindurch, ohne auf einen von ihnen aufzutreffen. Für Schnittgeschwindigkeiten, die kleiner oder grösser als der Optimalwert sind, endet das völlige Durchschneiden in einem Abstand, der kleiner bzw. grösser als der Radius des fokussierten Laserstrahls ist. Der den Schnittraum verlassende Arbeitsgasstrom weicht also von der Ausgangsstellung ab und trifft auf den ersten oder zweiten Druckgeber auf.

Wesentlicher Nachteil der betrachteten automatisierten Anlage ist der, dass keine Möglichkeiten für die Erzeugung von Spalten und Schlitzen gewünschter Form vorgesehen sind. Die Benutzung der Druckgeber zur Überwachung von optimalen Schnittbedingungen bereitet Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten bei der Herstellung der Filter auf der genannten Anlage, die mit der Notwendigkeit zusammenhängen, viele Schlitze und Spalte zu schneiden, die am gesamten Umfang des Rohres und über dessen Gesamtlänge angebracht sind.

Es ist ein Verfahren zur Herstellung von Filtern für ein Bohrloch durch Bearbeitung mittels Laser (SU, A, 4 317 023) bekannt, in dem der Laserstrahl zur Herstellung eines Filters mit Quernuten in einem Punkt fokussiert wird, der etwas höher als die Aus-

senfläche eines Kunststoffrohres liegt, und das Rohr wird um die Längsachse gedreht. Indem ein kegelförmiger Laserstrahl die Aussenfläche des Rohres passiert, bringt er das Rohrmaterial zum Verdampfen, wodurch eine unterinnere Nut gebildet wird, deren Wände in Richtung der Zentralachse des Rohres auseinandergehen.

Das genannte Verfahren zur Herstellung von Filtern durch Schneiden von Dielektrika mittels Laserstrahlung basiert auf einer Oberflächenverdampfung eines Werkstoffes, ohne dass eine flüssige Phase gebildet wird; wegen des Fehlens der Wärmeleitfähigkeit wird die gesamte Wärmeenergie der Strahlung für ein Verdampfen des Werkstoffes verbraucht, weshalb das Profil eines zu schneidenden Schlitzes das Profil des fokussierten Strahls nachahmt. Die Dicke des zu schneidenden Werkstoffes hängt direkt proportional von der Wärmestrahlungsenergie ab. Die physikalischen Grundlagen des Schneidens von Metallen mittels Laserstrahlung weichen von denen des Schneidens der Dielektrika mittels Laserstrahlung stark ab. Beim Schneiden der Metalle muss unbedingt ein Arbeitsgas, beispielsweise Sauerstoff, Inertgas, anwesend sein, denn für den genannten Prozess sind exothermische Reaktionen der Metallschmelze mit dem Arbeitsgas charakteristisch. Das Schnittprofil bestimmt im vorliegenden Fall die Intensität der exothermischen Reaktionen, die von den Betriebsparametern des Arbeitsgases und der Laserstrahlung abhängt, was keine Möglichkeit gibt, Profile vorgegebener Form zu erhalten.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen von Filtern durch Bearbeitung mittels eines Laserstrahls zu schaffen, wobei durch optimale Bedingungen beim Eindringen des Laserstrahls in einen Werkstoff sowie durch Steuerung der Parameter des Laserstrahls Filter mit verbesserten Betriebseigenschaften erzielt werden. Dabei sollen wasserdurchlässige Schlitze U-förmigen Profils gebildet werden, die sich in das Innere des Filters ausweiten. Ferner sollen eine hochpräzise Schnittfläche bei einer Steigerung der Leistung des Herstellungsverfahrens, eine Vereinfachung der Filterkonstruktion, eine Einsparung von Buntmetall, eine Verringerung der Anzahl von Bearbeitungsschritten, eine Verringerung der Selbstkosten des Filters und eine Erweiterung seines Anwendungsbereichs infolge der Möglichkeit, die Anordnung und Form des Profils der Schlitze in weiten Grenzen zu variieren, gewährleistet sein.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 3 gelöst.

Das erfindungsgemässe Verfahren trägt zur Herstellung von Schlitzfiltern derartiger Konstruktionen bei, die für eine intensive Wasserentnahme ohne Sandkultur in grob- und feinkörnigen Böden sorgen, d.h. von Konstruktionen mit Kegelschlitzen, deren Wände sich in das Innere des Filters ausweiten. Die Wände der Kegelschlitze sind eben und weisen eine hohe Oberflächengüte auf und die Löcher erreichen ein Mass von 10 bis 15 µm Radius. Ferner lassen sich die Schnittgeschwindigkeit und folglich auch die Fertigungsleistung bei der Herstellung der Filter wesentlich erhöhen.

Die Auftragung der Absorptionsschicht nach Anspruch 2 in diskreten schmalen Spuren regelbarer Dicke gestattet es, die Energie des Laserstrahls auf exakte Bearbeitungsstellen zu konzentrieren und die Schnittleistung zu steigern.

Die erfindungsgemässe Einrichtung nach Anspruch 3 zur Durchführung des Verfahrens ermöglicht eine Erhöhung der Fertigungsleistung bei der Herstellung der Filter und gute Betriebseigenschaften.

Eine bevorzugte Ausführungsform nach Anspruch 4 mit einem für die ausströmende Menge der Absorptionsschicht bestimmten Steuerwerk gewährleistet eine diskrete und gleichmässige Auftragung einer Schicht erforderlicher Dicke und Breite.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Einrichtung zum Herstellen von Filtern durch Bearbeitung mittels Laser und

Fig. 2 eine Schnittansicht gemäss der Linie II–II in Fig. 1.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird das Verfahren zum Herstellen von Filtern durch Bearbeitung mittels eines Laserstrahls beschrieben. Als zu bearbeitende Werkstücke oder Teile werden Metallrohre aus verschiedenen Stahlsorten mit einem Durchmesser von 78 bis 380 mm und einer Wanddicke von 3 bis 9 mm eingesetzt.

Gemäss Fig. 1 wird ein solches Rohr 1 als Werkstück längs zu seiner geometrischen Achse mit einer Geschwindigkeit von 1,1 m/min in Pfeilrichtung vorgeschoben. Ein Steuerwerk 2 steuert während des Vorschubs die ausströmende Menge eines eine Absorptionsschicht bildenden Mittels 3. Die Breite der aufzutragenden Absorptionsschicht wird an den fokussierten Fleck eines Laserstrahls 5 auf der Oberfläche des Rohres 1 angepasst und beträgt 0,2 bis 0,5 mm. Das die Schicht bildende Mittel wird in einer Länge von 10 bis 15 cm in einem Abstand (Schritt) von 10 cm aufgebracht.

Der Laserstrahl 5 wird vorzugsweise mittels eines nicht dargestellten kontinuierlichen CO_2-Lasers mit einer mittleren Strahlungsleistung von 1 kW erzeugt. Der Laserstrahl 5 wird gemäss Fig. 2 mit seinem Brennpunkt auf eine von der Oberfläche des aus Metall bestehenden Rohres 1 gemessene Tiefe h_1 fokussiert. Die Berechnung erfolgt nach der Formel

$$0{,}025 \leq \frac{h_1}{h} < 0{,}22 \text{ ist,}$$

wobei mit h die Dicke der Wand 4 des Rohres 1 bezeichnet ist.

Gleichzeitig mit der Einwirkung der Laserstrahlung 5 wird dem Schnittbereich über eine Einführung 6 (Fig. 1) impulsperiodisch ein Arbeitsgasstrom unter einem Druck von 0,2 bis 0,5 MPa mit spitzwinkligen unregelmässigen Siliziumkarbid-Schleifteilchen von 3,2 Dichte und mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 80 bis 100 µm zugeführt. Der Durchsatz der Schleifteilchen 7 beträgt 0,2 kg/min.

Die Anordnung der Fokalebene in einem Abstand h_1 gegenüber ihrer Anordnung auf der zu bearbeitenden Fläche oder über dieser Fläche sichert die Bildung einer umgekehrten Kegeligkeit von Durchgangsbohrungen 8 (Fig. 2), weil ein Druckgasstrom mit Schleifpulver 7, das konzentrisch zur Laserstrahlung in Radialrichtung geliefert wird, am aktivsten am Aufschmelzen, Verbrennen und Entfernen des Metalls aus dem Bereich der Fokalebene, d.h. dort teilnimmt, wo die höchste Intensität der Laserstrahlung 5 zu verzeichnen ist. Bei derartiger Anordnung der Fokalebene in den Wänden 4 des zu bearbeitenden Teiles bilden sich Durchgangsschlitze (Fig. 2) mit einer umgekehrten Kegeligkeit und mit einer minimalen Aufschmelzung, was eine hohe Schnittgüte gewährleistet und die Leistung durch Wegfall eines anschliessenden Putzens steigert.

Die Einführung des Schleifpulvers 7 in den Arbeitsgasstrom ist darin begründet, dass das Schneiden von Metallen mittels Gaslaser mit einer kontinuierlichen Laserstrahlung selbst auf einer intensiven Erhitzung eines eingegrenzten Bereichs des zu zerschneidenden Teiles, auf Phasenübergängen im Werkstoff und auf einer Entfernung von durch den Arbeitsgasstrom zerstörten Produkten beruht. Die Bewegung und Entfernung der im Schnitt gebildeten aufgeschmolzenen Masse des Metalls und seiner Oxyde erfolgen hauptsächlich unter der Wirkung eines Druckgefälles und einer Schubspannung der Reibung des Gasstroms und sind in geringerem Masse durch die Wirkung der Schwerkraft bedingt. Unter der Einwirkung der Laserstrahlung und des Sauerstoffes bilden sich folgende Zonen: Flüssigkeitsphase aufgeschmolzener Metalloxyde, Metallschmelze selbst und Grundmetall.

Eine der notwendigen Bedingungen eines kontinuierlichen Schneidvorganges, beispielsweise bei einem Sauerstoffbrennschneiden, ist eine Gleichheit der Bildung und des Abflusses der Schmelze von der Schnittfläche. Kennzeichnend ist, dass die Bildung und Entfernung der aufgeschmolzenen Masse einen periodischen Charakter aufweist, der durch die im Schnittraum ablaufenden physikalisch-chemischen und gasmechanischen Vorgänge, die Kennwerte der Laserstrahlung und des Gasstroms sowie durch die Schnittbedingungen gegeben ist. Im Schneidvorgang erfolgen auf der Schnittfläche im Laufe der Zeit t_1 die Bildung und das Aufwachsen einer Schicht der aufgeschmolzenen Schicht bis zum Maximalwert, wonach im Laufe der Zeit t_2 unter der Wirkung des Gasstroms die aufgeschmolzene Masse weggetragen wird und die Dicke der flüssigen Schicht auf den Minimalwert abnimmt. Der gesamte Zyklus der Bildung und Entfernung der aufgeschmolzenen Schicht wiederholt sich kontinuierlich mit einer Periode $T = t_1 + t_2$. Die bestimmenden Parameter für die Zeitspanne t_1 sind die Intensität der Erwärmung des Metalls durch die Laserstrahlung und der Wärmeentwicklung bei der Reaktion der Metalloxydation und für die Zeitspanne t_2 das Druckgefälle und die Bewegungsenergie des Gasstroms. Überschreitet die Zeit t_2 der Entfernung der aufgeschmolzenen Schicht die Zeit t_1 ihrer Bildung, nimmt die Höhe der Unebenheiten zu, und es tritt eine Krümmung der Schnittlinie ein. Ist die Zeit t_1 der Bildung der flüssigen Schicht grösser als die Zeit t_2 ihrer Entfernung, wird die Kontinuität des Schneidvorganges gestört.

Beim Schneiden unter Benutzung eines Sauerstoffflusses ist der bestimmende Faktor im letzteren Fall die Geschwindigkeit der Oxydationsreaktion des Metalls, die meistenteils durch eine Stoffdiffusion an die Reaktionsfront durch eine Schicht der gebildeten Oxyde beschränkt wird. In den Sauerstoffstrom werden impulsperiodisch mit der Periode T Schleifteilchen zu dem Zeitpunkt eingeführt, wo das Volumen der aufgeschmolzenen Schicht den Maximalwert erreicht.

Hierbei nimmt wegen der Schleifwirkung der festen Teilchen die Geschwindigkeit der Entfernung der aufgeschmolzenen Schicht zu, während die Schleifteilchen in erster Linie die Zerstörung und die Entfernung einer sich auf der Oberfläche der aufgeschmolzenen Schicht bildenden Oxydhaut aus dem Schnittraum intensivieren, wodurch ein Sauerstoffzutritt unmittelbar zur Metallschmelze der Basis gewählt wird, d.h. die Geschwindigkeit der Metalloxydation und demzufolge die Leistung der sekundären (chemischen) Wärmequelle nehmen zu.

Durch entsprechende Wahl der Dauer der Einführung der Teilchen in den Sauerstoffstrom wird die Bedingung $t_1 \approx t_2$ sichergestellt. Hierbei wird die aufgeschmolzene Schicht selbst kleiner, die Schnittflächengüte wird wesentlich verbessert, und der Grenzwert der Schnittgeschwindigkeit steigt beträchtlich an.

Beim Schneiden mit dem Sauerstoffstrom ist es für einen normalen Ablauf des Prozesses notwendig, dass die Schmelztemperatur der gebildeten Oxyde unterhalb der Schmelztemperatur des Grundmetalls liegt, während die aufgeschmolzenen Oxyde selbst genügend flüssig sind.

Beim Schneiden hochlegierter, korrosionsbeständiger und ähnlicher Stähle sowie einer Reihe von Buntmetallen im oxydierenden Mittel bildet sich auf der Oberfläche der aufgeschmolzenen Schicht eine Oxydhaut, deren Schmelztemperatur oberhalb der Schmelztemperatur des Grundmetalls liegt, wobei für deren Überführung in den flüssigen (schmelzflüssigen) Zustand ein beträchtlicher Energieaufwand benötigt wird. Für das Schneiden derartiger Metalle wird daber ein inertes oder neutrales Gas verwendet.

Beim Schneiden derartiger Metalle im Sauerstoffstrom läuft der Prozess der Zerstörung der Haut der hochschmelzenden Oxyde infolge der Wirkung der festen Schleifteilchen und des Gasstroms ab, wobei die Schnittgeschwindigkeit dank der Wärme der exothermischen Oxydationsreaktion bei gleichen Energiekennwerten der Laserstrahlung viel

höher als im Falle des Schneidens mit dem neutralen Gas liegt.

Die Einrichtung zur Herstellung von Filtern durch Schneiden mittels Laserstrahlen enthält einen Laser (nicht gezeigt), eine Düse 9 (Fig. 1) mit einem optischen Fokussiersystem 10 für eine Laserstrahlung 5, einen Antrieb 11 zur linearen und radialen Verschiebung eines zu bearbeitenden Teiles, eine Düse 12 für die Zuführung von Arbeitsgas und Schleifteilchen 7, die mittels Lager 13 am Gehäuse der Düse 9 drehbar angeordnet ist. Das Steuerwerk 2 für die Ausströmungsmenge einer Absorptionsschicht 3 ist in Form eines zylindrischen Behälters mit einer Säule von miteinander fest verbundenen piezokeramischen Scheiben 14 ausgeführt, von denen jede mit einem jeweiligen Ausgang eines mehrphasigen Schwingungserzeugers 15 in Reihe liegt. In ähnlicher Weise ist die Düse 12 für die Zuführung von Arbeitsgas und Schleifteilchen 7 ausgeführt, wobei für die Zuführung des Arbeitsgases in einem zylindrischen Behälter 16 eine Einführung 6 ausgebildet ist. Bei der Einschaltung des mehrphasigen Erzeugers 15 wird die Spannung (40 bis 50 V) über einen Phasenleiter den piezokeramischen Scheiben 14 zugeführt. Jede keramische Scheibe 14 in der Säule ist mit jeder benachbarten Scheibe 14 (Plus mit dem Plus und Minus mit dem Minus) verbunden. Jede piezokeramische Scheibe 14 liegt in Reihe mit dem Ausgang des mehrphasigen Schwingungserzeugers 15. Bei der Zuführung der Wechselspannung erzeugt die Säule der Scheiben 14 eine Wanderwelle. Die erzeugte Wanderwelle zwingt die flüssige Absorptionsschicht 3 beim Vorhandensein eines geringen Spaltes (von 0,05 bis 0,2 mm) zwischen den Scheiben 14 und der Innenfläche des zylindrischen Teiles des Behälters dazu, sich aus dem Behälter durch eine Bohrung zu strömen. Bei der entstandenen Druckdifferenz zwischen dem Behälter und seinem zylindrischen Teil steigt der Druck in einem Zuleitungsrohr 17 an, und über eine kapillare Austrittsöffnung 18 strömt die Schicht 3 in einem schmalen Strahl (von 0,2 bis 0,5 mm Breite) auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Rohres 1. Bei der Bewegung des Rohres 1 wird seine Oberfläche entlang dessen geometrischer Achse mit Spuren der Absorptionsschicht 3 überzogen.

Als Absorptionsschicht 3 beispielsweise für eine kontinuierliche Laserstrahlung eines CO_2-Lasers kommen flüssige Guasch, Russ, Kalziumphosphat u.ä. in Frage. Die Austrittsöffnung 18 ist kapillar ausgeführt, damit im Vorgang des Schneidens des Rohres 1 mittels Laserstrahlen zur Erhaltung von Durchgangsschlitzen 8 (Fig. 2) die Zuführung der Absorptionsschicht 3 durch Unterbrechung der Stromzufuhr zu den piezokeramischen Scheiben 14 (Fig. 1) unterbrochen werden kann, denn der Vorgang des Schneidens von Durchgangsschlitzen 8 (Fig. 2) muss diskret mit Intervallen von beispielsweise 10 cm erfolgen.

Beim Ausbleiben der Spannung wird kein Druck im zylindrischen Teil des Behälters erzeugt, und die flüssige Absorptionsschicht 3 (Fig. 1) trifft auf die Oberfläche des Rohres 1 infolge der Wirkung der Kapillarkräfte in der Austrittsöffnung 18 nicht auf. Die Durchgangsschlitze 8 (Fig. 2) werden in einer Schnittlinie längs der geometrischen Achse des Rohres 1 ausgeführt, während die Schnittlinien auf dem Umfang mit einer Versetzung von beispielsweise um 10 bis 25° angebracht werden. Deshalb muss die Zugabe der Absorptionsschicht 3 der Oberfläche des Rohres 1 diskret sein, also nur diejenigen Stellen bedecken, die der Bestrahlung durch die Laserstrahlung 5 unterzogen werden.

Die Bewegung des Rohres 1 längs dessen geometrischer Achse und seine Drehbewegung werden durch einen speziellen Mechanismus ausgeführt. Zur Erzeugung der Wanderwelle in den piezokeramischen Scheiben 14 enthält der Erzeuger 15 Phasenumformer, die in den Erzeuger selbst eingebaut sind. Durch Änderung der Spannungsgrösse ändert man die Amplitude der mechanischen Schwingungen der piezokeramischen Scheiben 14 und steuert damit die Ausströmungsmenge der Absorptionsschicht 3 stufenlos, wodurch man die Dicke und Breite der aufzutragenden Schicht ändert.

Die impulsperiodische Zugabe des Schleifpulvers 7 mit dem Arbeitsgas wird durch einen mehrphasigen Schwingungserzeuger 19 gesteuert.

Gewerbliche Verwertbarkeit

Das erfindungsgemässe Verfahren und die Einrichtung für seine Durchführung sind zum Einsatz bei der Herstellung von Filtern zur Wasserförderung aus Tiefbohrungen durch Schneiden von Metallen mittels Laser unter Benutzung eines auf die Bearbeitungsstelle gerichteten Stroms in Verbindung mit einer Laserstrahlung bestimmt.

Am zweckmässigsten ist es, die Erfindung bei der Wasserförderung in einem Infiltrationsverfahren, in artesischen Brunnen, in Beobachtungsbohrungen zur Untersuchung des Untergrundwassers anzuwenden. Die in diesem Verfahren hergestellten Wasserentnahmefilter können so in grob- wie auch in feinkörnigen Wasserträgern in verschiedenen Tiefen benutzt werden.

Darüber hinus kann die vorliegende Erfindung bei der Herstellung von Filtern für Drän-Verteilungssysteme, Systeme von Wärmekraft- und Energienetzen, für eine chemische und mechanische Wasserreinigung, für eine überirdische Begiessung, für Erdöl und Gasbohrungen effektiv verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von insbesondere zur Wasserförderung aus Tiefbohrungen dienenden Filtern, wobei auf die zu bearbeitende Oberfläche eines Werkstückes (1) zur Bildung eines Schnittraumes ein gebündelter Laserstrahl (5) und ein Arbeitsgasstrom gerichtet werden, der Laserstrahl (5) auf einen Brennpunkt fokussiert und das Werkstück (1) relativ zum Laserstrahl (5) bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennpunkt auf eine von der Oberfläche des aus Metall bestehenden Werkstückes (1) gemessene Tiefe h_1 gerichtet wird, wobei

$$0{,}025 \leq \frac{h_1}{h} < 0{,}22 \text{ ist,}$$

worin mit h die Wanddicke des Werkstückes (1) bezeichnet ist, und dass dem Arbeitsgasstrom jeweils in jenem Zeitpunkt impulsartig Schleifpulver (7) zugeführt wird, in welchem das im Schnittraum geschmolzene Metall periodisch sein maximales Volumen erreicht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Oberfläche des Werkstücks (1) vor der Einwirkung des Laserstrahls (5) eine Absorptionsschicht aufgetragen wird, deren Breite dem Durchmesser des Brennpunktes des Laserstrahls entspricht und deren Dicke 5 bis 20 µm beträgt.

3. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, mit einem Laser, einer ersten Düse (9) mit einer optischen Fokussieranordnung (10) zum Fokussieren des Laserstrahls (5), einem Antrieb (11) zur linearen und radialen Bewegung des Werkstücks (1) sowie einer zweiten, der ersten Düse (9) unmittelbar benachbarten Düse (12) für die Zuführung des Arbeitsgasstroms zum Bearbeitungsbereich, dadurch gekennzeichnet, dass an der ersten Düse (9) ein um die Achse dieser Düse drehbares Steuerwerk (2) zum Steuern der Ausströmmenge eines die Absorptionsschicht bildenden Mittels (3) angeordnet ist, dass das Steuerwerk (2) während des Schneidverfahrens derart ausgerichtet ist, dass das Zentrum seiner kapillaren Austrittsöffnung (18) mit der optischen Achse der Fokussieranordnung (10) auf eine sich längs zur Bewegungsrichtung erstreckenden Linie gerichtet ist und dass die zweite Düse (12) auch für die Zuführung des Schleifpulvers (7) eingerichtet ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerwerk (2) einen zylindrischen Behälter mit einer Säule aus fest miteinander verbundenen piezokeramischen Scheiben (14) aufweist, von denen jede mit einem Ausgang eines mehrphasigen Oszillators (15) verbunden ist.

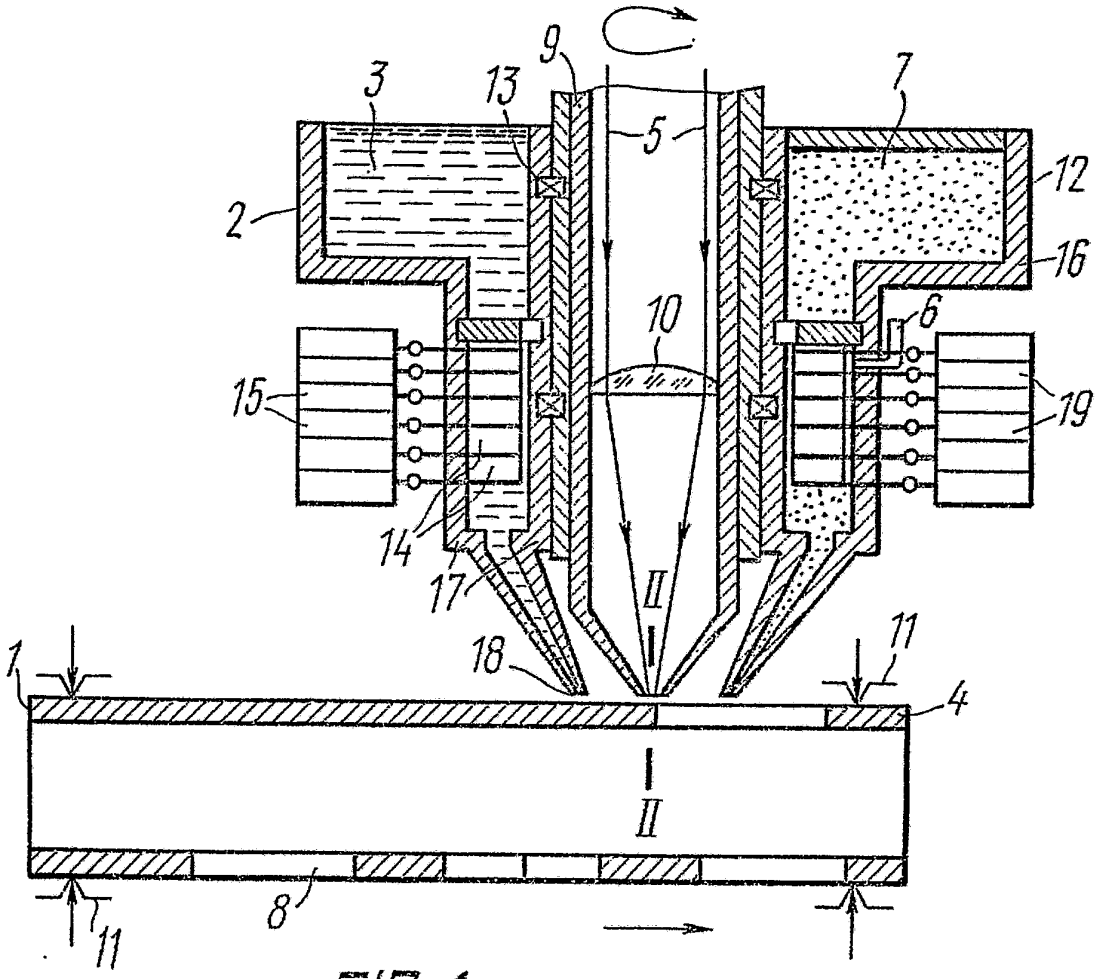


FIG. 1

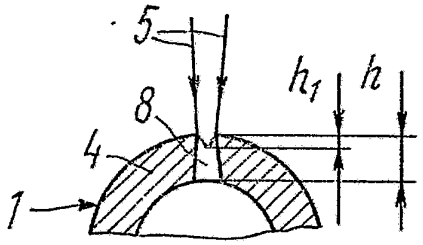


FIG. 2