



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 308/97

(22) Anmeldetag: 25. 2.1997

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1997

(45) Ausgabetag: 25. 5.1998

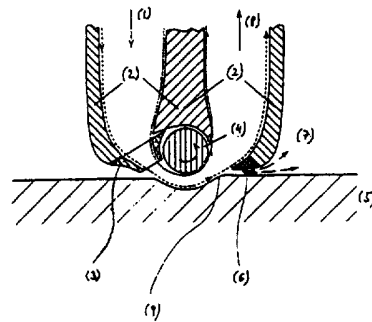
(51) Int.Cl.⁶ : **A61C 3/02**
A61C 17/032, B08B 3/02, B24C 5/02,
B26F 3/00

(73) Patentinhaber:

SCHÜCKER DIETER DIPL.ING. DR.
A-1030 WIEN (AT).

(54) VORRICHTUNG ZUR BEARBEITUNG VON ZÄHNEN UND ZAHNFÜLLUNGEN MIT DEM WASSERSTRAHL

(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Materialabtrag mit einem durch eine Düse erzeugten und gegen ein Werkstück gerichteten hochenergetischen Wasserstrahl, wobei insbesondere Anwendungen im Bereich der Bearbeitung von Zähnen und Amalgamfüllungen berücksichtigt werden, wonach eine durch Reibungskräfte zwischen Wasserstrahl und Rollenoberfläche in Rotation versetzte Rolle (4) den an ihr haftenden, ursprünglich in spitzem Winkel zur Werkstückoberfläche verlaufenden, hochenergetischen Wasserstrahl umlenkt, ihn tangential über die Oberfläche des Werkstücks (5) und in weiterer Folge wieder weg von ihr führt, um ihn schließlich zusammen mit den Abtragprodukten wieder mit einem keilförmigen Schuh (6) abzufangen und in weiterer Folge abzuführen.



Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Materialabtrag mit einem durch eine Düse erzeugten und gegen ein Werkstück gerichteten hochenergetischen Wasserstrahl. Die durch die gegenständliche Erfindung gelöste Aufgabe liegt in der vorteilhaften Bearbeitung von Zähnen und Zahnfüllungen, insbesondere von Füllungen aus Amalgam. Dies sind Tätigkeiten, die in der Praxis eines Zahnarztes häufig anzutreffen sind.

Der mit dieser Vorrichtung erfolgende Bearbeitungsprozeß wird dabei üblicherweise durch Bohrer bewerkstelligt, die mit Hilfe von Turbinen auf sehr hohe Drehzahlen gebracht werden. Die Kühlung der Bearbeitungs- bzw. Behandlungsstelle erfolgt in diesem Fall durch Wasser. Die Verwendung von derartigen mechanische Bohrern ist dabei die fast ausschließlich benutzte Methode zur Bearbeitung von Zähnen bzw. von Zahnfüllungen, wobei jedoch als Folge der mit dem Abtragungsprozeß verbundenen Vibrationen beträchtliche Schmerzen beim Patienten auftreten können, weshalb schon seit langer Zeit intensiv nach Alternativen zu dieser Bearbeitungstechnik gesucht wird.

Eine bereits relativ gut untersuchte, aber nur in Sonderfällen zufriedenstellende Bearbeitungstechnik von Zähnen nutzt die thermische Wirkung eines gepulsten Laserstrahls. Neben thermischen und mechanischen Schädigungen des Hartgewebe selbst tritt hier vor allem bei Amalgamfüllung die Bildung von giftigem Quecksilberdampf auf, weshalb diese Methode insbesondere für den letzteren Fall, völlig verworfen werden muß.

Zusammenfassend läßt sich nun feststellen, daß ein dringender Bedarf nach einer Vorrichtung zur abtragenden Bearbeitung von Zähnen und Zahnfüllungen besteht, die keine mechanischen Vibrationen auf die Behandlungsstelle überträgt, und die gleichzeitig ohne einer Erwärmung des Materials auskommt, sodaß auch beispielsweise Amalgam gefahrenfrei bearbeitet werden kann. Andererseits muß eine kontinuierliche Abtragung in Form mikroskopischer Partikel und eine gleichzeitige verläßliche Abfuhr oder Entfernung der letzteren gewährleistet sein.

Zur Erfüllung dieser Forderungen bietet sich die an sich bekannte Technik der Hochdruckwasserstrahlbearbeitung an, die zum Schneiden verschiedenster Werkstoffe gut eingeführt ist. Dabei wird Wasser durch eine mechanische Pumpe auf einen Druck von etwa 50 bar gebracht.

Daraufhin erfolgt durch einen sogenannten Druckumsetzer eine weitere Erhöhung des Drucks auf etwa das 20-fache, so daß insgesamt ein Wasserstrahl mit einem Druck von 1000 bar, einem Durchmesser von wenigen 1/10 mm und einer Strömungsgeschwindigkeit nahe 1000 m/s erzeugt werden kann. Ein derartiger Wasserstrahl übt auf ein Werkstück zunächst einen sehr hohen Staudruck aus, was dazu führt, daß sich an der vom Wasserstrahl getroffenen Oberfläche des Materials mikroskopische Risse ausbilden. Auf der anderen Seite übt der Wasserstrahl durch die Reibung mit dem Material eine scherende Kraft auf das Werkstück aus, womit infolge der schon erwähnten Risse kleine Materialteilchen aus der Oberfläche herausgerissen und durch den Wasserstrahl abgeführt werden. Diese abrasive Wirkung eines Hochdruckwasserstrahles kann noch enorm verstärkt werden, wenn dem letzteren fein geriebene Hartstoffe, im einfachsten Fall feiner Sand, beigefügt werden, was allerdings die Lebensdauer der den Wasserstrahl bündelnden Düse, obwohl diese aus Saphir gefertigt ist, stark verringert und die Kosten der Bearbeitung wesentlich erhöht.

Dieses Bearbeitungsverfahren läßt sich in bekannter Weise zum *Durchschneiden* von Werkstücken anwenden, wobei Metalle, Kunststoffe, Keramiken und Holzbasiswerkstoffe bis zu Dicken von mehreren cm einwandfrei bearbeitet werden können. Aufgrund der Geometrie eines derartigen Bearbeitungskopfes trifft der Wasserstrahl immer mehr oder weniger senkrecht auf das Werkstück auf, sodaß ein Schnitt im Winkel des Auftreffens des Wasserstrahls die Folge ist. Ein *oberflächliches* Abtragen, wie es etwa in der Zahnbehandlung erforderlich wäre, läßt sich jedoch nicht durch Anwendung der Wasserstrahltechnik erzeugen.

Gegenstand der Erfindung ist nun eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Wasserstrahls, der tangential zur Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstückes gerichtet ist, sodaß eine *oberflächliche* Abtragung erzielt werden kann. Bei der Vorrichtung gemäß der Erfindung wird der Hochdruckwasserstrahl durch ein mehrstufiges Pumpsystem einer wie oben beschriebenen, an sich bekannten Bauart erzeugt und einem Bearbeitungskopf, der beispielsweise als Handstück ausgebildet ist, zugeführt. Dieser Bearbeitungskopf enthält zunächst einen zur Achse der Vorrichtung parallelen und zur Werkstückoberfläche senkrechten, sich zum Werkstück hin verjüngenden Zuführungskanal mit einem Durchmesser, der dem des Wasserstrahls entspricht. An dem dem Werkstück zugewandten Ende des Bearbeitungskopfes schwenkt dann dieser Kanal in annähernd zur Achse des Bearbeitungskopfes senkrechte und zur Werkstückoberfläche parallele Richtung, weshalb auch der Wasserstrahl dieser Richtung folgt. Dieser Strahl tritt dann durch eine Düse hindurch und trifft auf eine frei bewegliche zylindrische Rolle, die durch die Reibung mit dem Wasserstrahl in drehende Bewegung versetzt wird, und damit infolge der Haftung zwischen ihrer Oberfläche und der Strömung, die letztere in der Richtung parallel zur Werkstückoberfläche, bzw. in weiterer Folge wieder weg

von ihr, umlenkt. In diesem Bereich wird der Strömungskanal nach oben hin durch die eben erwähnte Rolle und nach unten durch das Werkstück begrenzt. Der Wasserstrahl entfaltet dabei nach dem bekannten Abtragungsprinzip der Hochdruckwasserstrahltechnik seine abrasive Wirkung an der Werkstückoberfläche. Nach dem Verlassen des unmittelbaren Bearbeitungsbereichs tritt dann der Wasserstrahl wieder in einen annähernd parallel zur Werkstückoberfläche angeordneten Strömungskanal ein. Der letztere Strömungskanal schwenkt dann in eine Richtung parallel zur Achse der Anordnung und senkrecht zur Werkstückoberfläche um und erweitert sich sukzessive, so daß eine weitgehende Abbremsung des Wasserstrahls erfolgt. Die dem Werkstück zugewandte Begrenzung des Strömungskanals, die im Bereich der Werkstückoberfläche parallel zur letzteren verläuft und die schon erwähnte Öffnung aufweist, ist am Einlauf und am Auslauf des Wasserstrahls keilförmig ausgebildet, wobei der Winkel zwischen der der Strömung zugewandten Seite des Keils und der Werkstückoberfläche sehr klein ist.

Eine modifizierte Form der gegenständlichen Vorrichtung ist zur Bearbeitung von sowohl waagrechten als auch senkrechten Flächen (bezogen auf die als waagrecht angenommene Werkstückoberfläche) geeignet. In dieser Ausführungsform ist die den Wasserstrahl freigebende Düse etwas weiter oberhalb der Werkstückoberfläche angeordnet und in annähernd rechtem Winkel gegen diese gerichtet, sodaß die Rolle in vertikaler Richtung zur Werkstückoberfläche freigegeben wird. Die den Wasserstrahl führende Rolle ist nun, in horizontaler Richtung zur Düse hin verschoben, sodaß der normal zur Werkstückoberfläche austretende Wasserstrahl sofort an dieser Rolle anliegt. Das den Kontakt zwischen Wasserstrahl und Werkstück bzw. Zahnfüllung ermöglichende Fenster des Strömungskanals verläuft somit zunächst vertikal zur Werkstückoberfläche und dann noch ein Stück horizontal.

In einer weiteren Ausführungsform kann auch noch eine zweite Rolle an der anderen Seite des Bearbeitungskopfes und symmetrisch zur ersten angeordnet werden, sodaß insgesamt eine Strahllenkung von 180° erfolgt und ein entsprechend größeres Fenster des Strömungskanals auftritt, sodaß nun auf beiden Seiten der Bearbeitungszone ein vertikaler Bereich auftritt.

Zur Erhöhung der Abtragungsleistung können dem Wasser in an sich bekannter Weise Abrasivmittel, wie etwa Sand zugesetzt werden.

Teile der Vorrichtung, die mit dem gebündelten Wasserstrahl hoher Strömungsgeschwindigkeit in Verbindung stehen und somit einem erhöhten Verschleiß unterliegen, das sind die Austrittsdüse, sowie der keilförmige Schuh zum Auffangen des Wasserstrahls und der Abtragungsprodukte, werden in einer weiteren alternativen Ausführung aus harten Materialien, vorzugsweise aus Saphir, ausgeführt.

Eine bevorzugte Ausführung der gegenständlichen Vorrichtung ist in **Figur 1** angegeben. Das von einer Hochdruckpumpe bekannter Bauart kommende Wasser (1) wird zunächst durch den in das Gehäuse (2) des Bearbeitungskopfes eingearbeiteten und sich in Strömungsrichtung verengenden Kanal für die Zufuhr des Wassers einer vorzugsweise aus Saphir gefertigten Düse (3) zugeführt, die einen hochenergetischen Wasserstrahl erzeugt und diesen derart umlenkt, daß er in einem spitzen Winkel zur Werkstückoberfläche austritt. Die Rolle (4) ist relativ zum Wasserstrahl derart angeordnet, daß sie dieser näherungsweise tangential berührt und aufgrund von Reibung in schnelle Rotation versetzt. Die als Folge der Haftung zwischen Wasserstrahl und Rollenoberfläche auftretenden Kräfte zwingen den Wasserstrahl in eine zur Oberfläche des Werkstücks (5) annähernd tangential verlaufende Richtung, wobei in der Abtragzone (9) eine spanende Abtragung des Werkstücks (5) stattfindet. Als Folge der anhaltenden Wechselwirkung zwischen der Rolle und dem Wasserstrahl krümmt sich der Strahl nun vom Werkstück weg und wird schließlich zusammen mit den Abtragungsprodukten durch den vorzugsweise aus Saphir hergestellten Schuh (6) aufgenommen. Geringe Mengen an parasitärem Wasser (7) entweichen durch den Spalt zwischen Schuh (6) und Werkstück (5) aus dem Bearbeitungsbereich und bewirken eine Kühlung dieser Zone. Der Großteil des zugeführten Wassers wird durch einen ebenfalls in das Gehäuse (2) der Vorrichtung eingearbeiteten, sich erweiternden Kanal abgeführt. Das eingesammelte Wasser zusammen mit den Produkten des Materialabtrags (8) verläßt schließlich den Bearbeitungskopf.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeigt **Figur 2**. Das von einer Pumpe bekannter Bauart kommende, unter hohem Druck stehende Wasser (1) wird wieder durch einen im Gehäuse (2) der Vorrichtung befindlichen Strömungskanal der Austrittsdüse (3) zugeführt. Diese vorzugsweise aus Saphir gefertigte Düse (3) ist derart angeordnet, daß sie einen hochenergetischen Wasserstrahl erzeugt, der zunächst näherungsweise senkrecht auf die Oberfläche des Werkstücks (5) gerichtet ist. Durch die außermittige Anordnung der Rolle (4) ergibt sich unmittelbar nach dem Austritt des Wasserstrahls aus der Düse ein Kontakt zwischen diesem und der Rolle, sodaß sich nach dem oben beschriebenen Mechanismus eine Umlenkung des Wasserstrahls in Richtung zur Achse der Rolle hin ergibt. Nach einer Umlenkung von etwa 90° wird der Wasserstrahl wieder durch einen vorzugsweise aus Saphir hergestellten Schuh (6) aufgefangen. Entlang des Weges, auf dem die Umlenkung des Wasserstrahls erfolgt, erstreckt sich die Abtragzone (9), in der die Wechselwirkung mit dem Werkstück und damit die Materialabtragung nach dem

bei der Hochdruckwasserstrahltechnik bekannten Prinzip, auftritt. Auf beiden Seiten des Bearbeitungskopfes entweichen geringe Mengen an parasitärem Wasser (7), das einen erwünschten Kühlungseffekt erzeugt, während der Großteil des Wassers (8) zusammen mit den Produkten des Abtragsprozesses durch den vorgesehenen Kanal im Gehäuse des Bearbeitungskopfes abtransportiert wird.

5

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Materialabtrag mit einem durch eine Düse erzeugten und gegen ein Werkstück gerichteten hochenergetischen Wasserstrahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine durch Reibungskräfte zwischen Wasserstrahl und Rollenoberfläche in Rotation versetzte Rolle (4) den an ihr haftenden, ursprünglich in spitzem Winkel zur Werkstückoberfläche verlaufenden, hochenergetischen Wasserstrahl umlenkt, ihn tangential über die Oberfläche des Werkstücks (5) und in weiterer Folge wieder weg von ihr führt, um ihn schließlich zusammen mit den Abtragsprodukten wieder mit einem keilförmigen Schuh (6) aufzufangen und in weiterer Folge abzuführen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wasserstrahl zunächst in näherungsweise rechtem Winkel auf das Werkstück gerichtet wird und die Rolle (4) eine Umlenkung von etwa 90° erzeugt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß hinter der ersten Rolle eine zweite Rolle angeordnet ist, deren Umlenkung um 90° sich zu der der ersten addiert, sodaß sich in Summe eine Strahlumlenkung um etwa 180° ergibt.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Wasser ein Abrasivmittel beigefügt wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsdüse (3) des Wasserstrahl und der keilförmige Schuh (6) zum Auffangen des Gemisches aus Wasser und Abtragsprodukten aus einem Material hoher Härte, vorzugsweise aus Saphir, gefertigt sind.

30

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

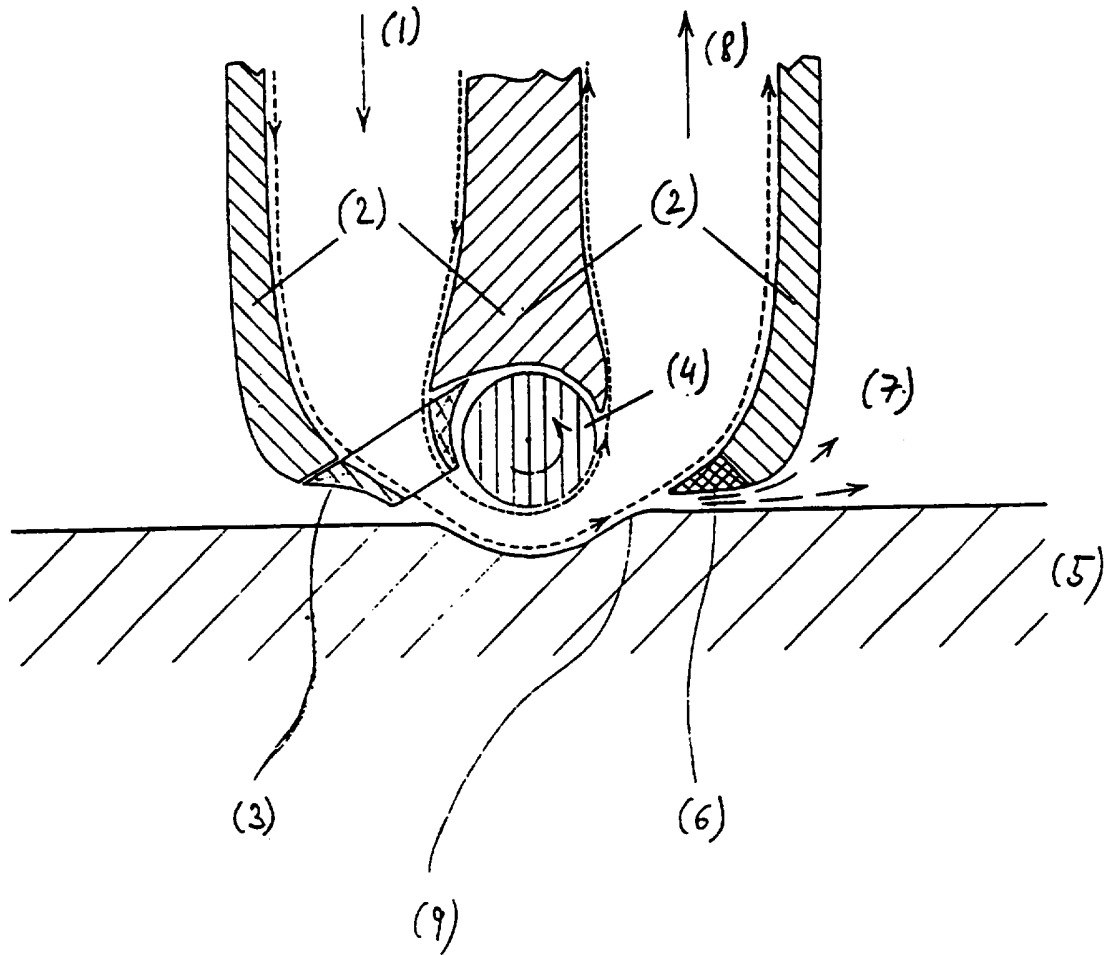
35

40

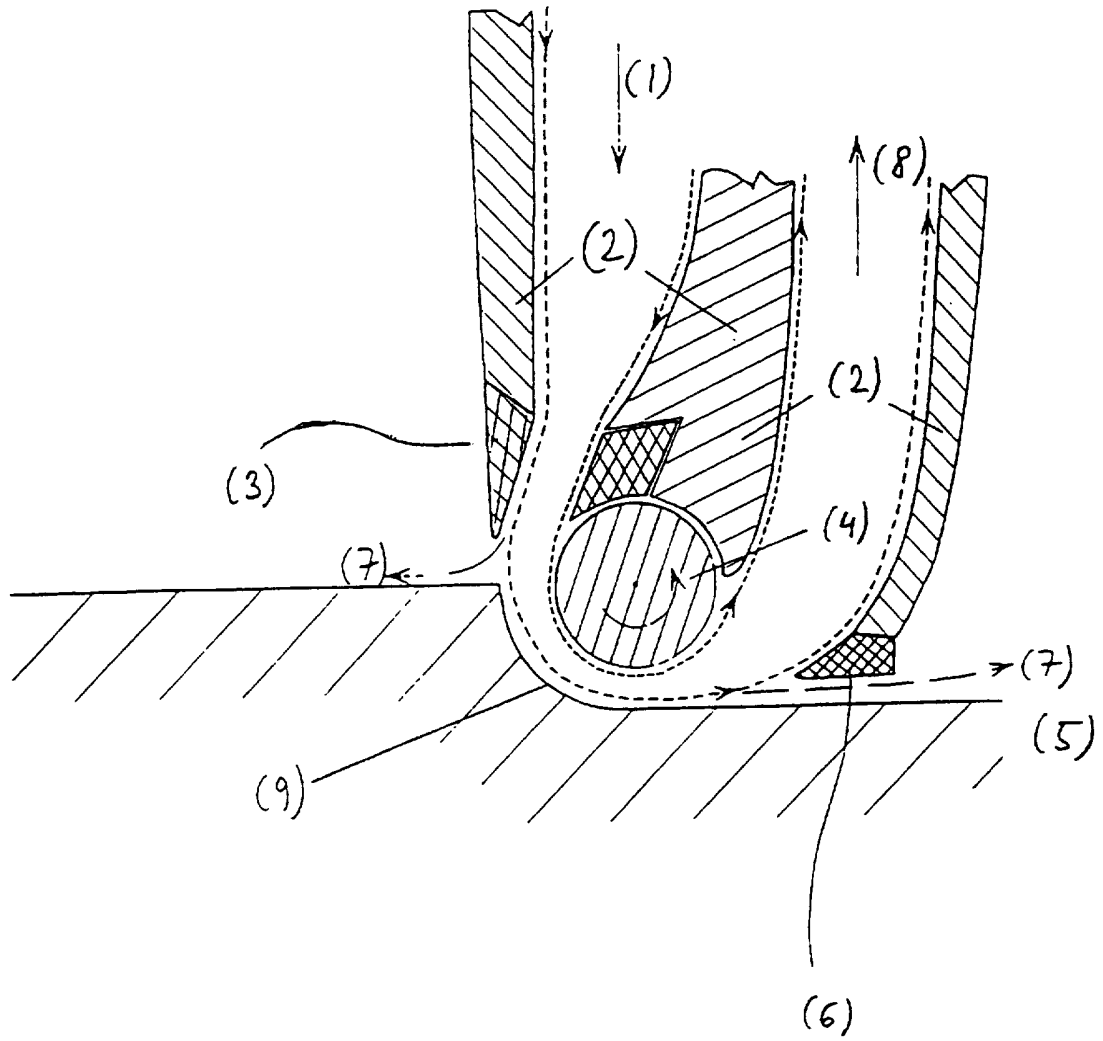
45

50

55



FIGUR 1



FIGUR 2