

Abstrahl-Spitze für einen Dentallaser und Haltevorrichtung dafür

Die Erfindung betrifft eine Haltevorrichtung für eine Abstrahl-Spitze für einen Dentallaser zur Weichgewebebehandlung im Rahmen einer Parodontosebehandlung, sowie eine Abstrahl-Spitze für einen solchen Dentallaser.

Im Mundraum eines Patienten werden üblicherweise Abtragungen von festem Material durch Bohren vorgenommen. In den letzten Jahren haben sich alternative Abtragungsmethoden herausgebildet, da das konventionelle Bohren für viele Menschen mit Angst verbunden ist. Dabei hat sich vor allem der Einsatz von Lasern in der Zahnmedizin als besonders vielfältig einsetzbar erwiesen. Sowohl in der zahnärztlichen Chirurgie, bei Wurzelbehandlungen, bei der Bekämpfung von Parodontose zur Präparation von Kavitäten und in der Kinderzahnheilkunde können Laser eingesetzt werden. Laserverfahren in der Zahnheilkunde zeichnen sich dadurch aus, dass sie vergleichsweise wenig Schmerzen verursachen und dass der Patient nicht mit dem üblichen Bohrgeräusch konfrontiert wird, das bei einer Vielzahl von Menschen zu Angstzuständen führt.

Die bekannten Vorrichtungen ermöglichen es, sowohl kariöses Dentin, als auch nicht kariös erweichtes Dentin zu bearbeiten. Der Nachteil dabei ist, dass, wie beim herkömmlichen Bohren, bei der Karies-Entfernung auch gesunde Zahnhartsubstanz entfernt wird, so dass ein unnötiger Abbau der Zahnhartsubstanz erfolgt.

Im Stand der Technik sind beispielsweise reine Erbium-Laser beschrieben, sowie Dioden-Laser, CO₂-Laser oder Neodym-Laser. Nachteilig an den oben genannten Laserarten ist, dass in der Regel mit einer hohen Energiedichte gearbeitet wird. Dadurch kann durch die thermische Belastung gesundes Gewebe oder Zahnhartsubstanz beeinträchtigt werden. Des Weiteren wird im Stand der Technik auch die Anwendung von Ultraschall, starken Funkwellen oder anderen Wellen beschrieben.

In der US 2007/0042315A1 wird eine Abstrahlvorrichtung für einen Dentallaser offenbart, mit der die Laserstrahlung in den Anwendungsbereich im Mundraum des Patienten geführt wird. Nachteilig an dieser Abstrahlvorrichtung ist es, dass das vordere Ende der Abstrahlspitze im vorderen Bereich mit einer zu den Seitenwänden der Spitze senkrecht stehenden, ebenen Frontfläche abschließt. Dies führt zu einer Abstrahlung des Laserlichtes, die in alle Raumrichtungen gleich stark ausgestaltet ist. Eine gezielte, fokussierte Anwendung auf einen eng begrenzten Anwendungsbe-

reich ist mit einer eben ausgestalteten Frontfläche nicht möglich. Dies ergibt sich aus der Konstruktion des Strahlengangs des Laserlichts durch die Abstrahlvorrichtung.

5 Bei der Laserbehandlung im Mundraum kommen Laser-Abstrahlspitzen mit unterschiedlich geformten Spitzenenden zum Einsatz. Diese können beispielsweise glatt, flach, schräg, angeschrägt, mondförmig ausgeformt sein. Um eine optimale Behandlung des Patienten zu gewährleisten, ist es wünschenswert, wenn die Laser-Abstrahlspitze im Mundraum besonders einfach gehandhabt werden kann, um die Energie des Laserstrahls optimal zu platzieren.

10 Die Aufgabe der Erfindung besteht demnach darin, eine Haltevorrichtung für eine Abstrahlspitze für einen Dentallaser bereitzustellen, die eine besonders einfache Handhabung der Abstrahlspitze im Mundraum gewährleistet, kostengünstig und hygienisch in größeren Mengen herstellbar ist und eine besonders sichere Verbindung von Laserspitze und Laserquelle ermöglicht. Hinsichtlich der Abstrahlspitze
15 soll das Laserlicht fokussiert in nur eine Raumrichtung abgestrahlt werden.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen werden in den Unteransprüchen beschrieben.

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Haltevorrichtung für eine Abstrahlspitze für einen Dentallaser, wobei die Haltevorrichtung eine Aufnahmevorrichtung
20 zur Aufnahme der Abstrahlspitze umfasst, wobei die Abstrahlspitze in die Aufnahmevorrichtung der Haltevorrichtung einsetzbar ist und in dieser drehbar lagerbar ist, wobei eine Drehbewegung von einem Nutzer mittels einem Drehelement auf die Haltevorrichtung übertragbar ist.

Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Abstrahlspitze in die Aufnahmevorrichtung der Haltevorrichtung eingesetzt werden kann, wodurch eine besonders sichere Befestigung der Abstrahlspitze, wie sie beispielsweise im Mundraum eines Patienten aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, gewährleistet wird. Insbesondere ermöglicht die Haltevorrichtung im Sinne der Erfindung eine Drehbarkeit der Abstrahlspitze, so dass beispielsweise einer nicht symmetrischen Form des Spitzenendes durch Anpassung der Richtung des abzugebenden Laserstrahls Rechnung
25 getragen werden kann. Dies bedeutet, dass die Abstrahlspitze je nach gewünschter Abgaberrichtung des Laserstrahls so im Mundraum des Patienten gedreht werden
30

kann, dass das Laserlicht besonders wirksam und ohne großen Kraftaufwand auf die zu behandelnde Stelle im Mundraum gerichtet werden kann.

Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Abstrahlspitze, bei der es sich bevorzugt um eine Abstrahlspitze aus Saphir handelt, in die Haltevorrichtung, insbesondere die Aufnahmevorrichtung zur Aufnahme der Abstrahlspitze eingeklebt wird. Vorteilhafterweise erfolgt das Einkleben mit speziell für medizinische Belange zugelassenen Klebern.

Eine besonders vorteilhafte Handhabbarkeit ergibt sich für den Nutzer aus dem Vorhandensein eines Drehelementes, mit dem eine Drehbewegung auf die Abstrahlspitze übertragen werden kann. Dazu kann der Nutzer beispielsweise seinen Daumen oder einen Finger auf das Drehelement legen und dadurch die Haltevorrichtung drehen. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Haltevorrichtung einen Speichenring umfasst, an dem sich das Drehelement vorteilhafterweise befindet. Durch die bevorzugt symmetrisch ausgestaltete Konstruktion des Speichenrings kann der Nutzer besonders einfach abschätzen, um welchen Anteil eines Vollkreises er die Laserspitze bereits gedreht hat. Des Weiteren weist ein bevorzugt symmetrisch ausgestalteter Speichenring eine besonders große Stabilität auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Speichenring drei Speichen, wodurch die Stabilität des Rings überraschenderweise weiter erhöht wird. Es ist bevorzugt, dass die drei Speichen in einem Winkelabstand von bevorzugt 120 ° angeordnet vorliegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Haltevorrichtung mittels einem 3D-Drucker herstellbar. Insbesondere besteht die Haltevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung aus Kunststoff, beispielsweise elastischen und/oder gepressten Polymermaterial.

Die Herstellbarkeit der Haltevorrichtung mittels einem 3D-Drucker ist besonders deswegen vorteilhaft, weil auf diese Weise besonders einfach eine große Anzahl sehr gleichförmiger Haltevorrichtungen hergestellt werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Haltevorrichtung einen Aufsatz zur Befestigung der Abstrahlspitze an einer Laserquelle. Die Laserquelle befindet sich beispielsweise neben dem Stuhl des Zahnarztes. Durch geeignete Leitungsmittel, z.B. Glasfaserkabel, wird das erzeugte Laserlicht in das Hand-

stück des Dentallasers geleitet. Mithilfe von geeigneten Optiken wird das Laserlicht in die Abstrahlspitze geführt, wobei die Abstrahlspitze vorzugsweise in der Haltevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung drehbar gelagert und/oder befestigt werden kann.

- 5 Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, wenn der Aufsatz zur Befestigung der Abstrahlspitze tubusförmig ausgeführt ist. Eine tubusförmige Ausgestaltung bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Aufsatz eine Zylinderform umfasst, welche einerseits bevorzugt der Laserquelle zugewandt ist und andererseits bevorzugt in die Aufnahmevorrichtung für die Abstrahlspitze übergeht. Der Aufsatz zur Befestigung umfasst in einem unteren Bereich, der vorzugsweise der Laserquelle zuge-
- 10 wandt ist, bevorzugt eine Ringnut und einen Kragen, wobei der Aufsatz mit Ringnut und Kragen an einem Handgerät für Führung der Abstrahlspitze befestigt werden kann. Es ist besonders bevorzugt, wenn die Befestigung durch ein Einrasten oder ein Festklicken des Aufsatzes erfolgt, wobei das Einrasten oder Festklicken insbesondere durch Spreizteile, die beispielsweise Bestandteile des Kragens der Halte-
- 15 vorrichtung sein können, bewirkt wird. Es ist bevorzugt, dass die Befestigung der Haltevorrichtung je nach Beschaffenheit des Handgeräts herstellerbedingt variieren kann.

Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, wenn die Haltevorrichtung in Verbindung mit einer erfindungsgemäßen Abstrahlspitze verwendet wird. Es kann aber ebenso bevorzugt sein, dass davon abweichende Abstrahlspitzen verwendet werden, die nicht von dieser Erfindung umfasst sind. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Erfindung sowohl zur Behandlung von Weichgewebe, als auch zur Behandlung von Hartgewebe, wie Knochen oder Zähnen, verwendet werden kann. Bei der Behand-

20 lung von Hartgewebe ermöglicht die Erfindung vorteilhafterweise ein besonders patientenfreundliches und schonendes Vorgehen, insbesondere dadurch, dass das Laserlicht nicht nur in Richtung „nach vorne“, sondern auch zu den Seiten abgegeben werden kann.

Wenn beispielsweise in einem Zahn eine Kavität, beispielsweise ein „Loch“, behandelt werden soll, die eine im Vergleich zur Größe geringe Öffnung oder einen Unterschnitt aufweist, so muss diese Öffnung bei Verwendung von herkömmlichen Abstrahlspitzen mit flachen Oberflächen und/oder Haltevorrichtungen geweitet werden, um das Laserlicht auf das betroffene Zahnmaterial zu lenken. Dies bedeutet, dass

30

unter Umständen gesundes Zahnmaterial entfernt und/oder beschädigt wird. Durch Verwendung der Abstrahlspitze und/oder Haltevorrichtung gemäß der Erfindung wird eine solche unerwünschte Einwirkung auf gesundes Gewebe vermieden, indem beispielsweise eine schräge Führung des Laserlichts ermöglicht wird, so dass die
5 Abstrahlspitze bevorzugt gerade in die Öffnung einer Kavität eingeführt und trotzdem unterschrittenes Material behandelt werden kann, was deutlich weniger Platz erfordert. Dahingegen ist bei einer ausschließlich nach vorne gerichteten Abgabe des Laserlichts eine große Öffnung der Kavität erforderlich oder die Behandlung von unterschrittenen Kavitäten ist kaum möglich.

10 Wenn die Abstrahlspitze und die Haltevorrichtung zur Weichgewebebehandlung verwendet wird, ist es bevorzugt, dass die Weichgewebebehandlung im Rahmen einer Parodontosebehandlung erfolgt.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Abstrahlspitze für einen Dental-
laser zur Weichgewebebehandlung im Rahmen einer Parodontose-Behandlung,
15 wobei der vordere Bereich der Abstrahlspitze abgeschrägt ausgebildet ist und ein Winkel α , der von einer gedachten Achse durch die Abstrahlspitze und einer abgeschrägten Frontfläche der Abstrahlspitze gebildet wird, in einem Bereich von 45 bis 65 ° liegt. Die Laserquelle befindet sich beispielsweise neben dem Stuhl des Zahn-
arztes. Durch geeignete Leitungsmittel, z.B. Glasfaserkabel, wird das erzeugte La-
20 serlicht in das Handstück des Dentallasers geleitet. Mithilfe von geeigneten Optiken wird das Laserlicht in eine Abstrahlspitze geführt. Eine bevorzugte Abstrahlspitze im Sinne der Erfindung weist eine kreisförmige Grundfläche auf und hat eine bevorzugte Länge von 10 bis 15 mm. Der vordere Bereich der Spitze besteht nicht aus einer zu den Seitenwänden der Abstrahlspitze senkrechten, ebenen Frontfläche, sondern
25 ist abgeschrägt ausgebildet.

Es war vollkommen überraschend, dass durch die abgeschrägte Ausbildung des vorderen Bereiches der Abstrahlspitze das Laserlicht dergestalt gelenkt werden kann, dass es sich lediglich in einer Raumrichtung ausbreitet. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die abgeschrägte Frontfläche, die den vorderen Bereich der Ab-
30 strahlspitze bildet, und eine gedachte Achse durch besagte Abstrahlspitze einen Winkel im Bereich von 45 bis 65 ° einschließen. Der genannte Winkelbereich hat sich als besonders geeignet erwiesen, um den praktischen Gegebenheiten bei der Anwendung der Abstrahlspitze im Mundbereich gerecht zu werden. Die schräge

- Ausgestaltung des vorderen Bereichs der Abstrahlspitze stellt eine Abkehr vom bisher technisch Üblichen dar, da die Fachwelt bisher davon ausgegangen war, dass ebene Frontflächen der Abstrahlspitze eine besonders einfache Handhabung der Abstrahlspitze ermöglichen. Durch die in alle Raumrichtung auftretende Abstrahlung der Laserstrahlung bei ebenen Frontflächen kommt es jedoch zu einer unnötigen und unerwünschten Exposition von gesunder Zahnschmelze und gesundem Zahnfleisch. Diese unnötige Bestrahlung von nicht behandlungswürdigem Gewebe und Zahnschmelze kann durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Abstrahlspitze wesentlich verringert werden.
- 5
- 10 Der Strahlengang des Laserlichtes in der Abstrahlspitze des Dentallasers lässt sich mithilfe des Reflexionsgesetzes beschreiben. Demnach ist der Einfallswinkel des Laserstrahls auf die Frontfläche der Abstrahlspitze gleich dem Ausfallswinkel, unter dem der Laserstrahl die Abstrahlspitze verlässt. Die entsprechende Konstruktion des Strahlenganges kann in Figur 1 nachvollzogen werden.
- 15 Es ist bevorzugt, dass die erfindungsgemäße Abstrahlspitze im Rahmen einer Wiederherstellung eines erkrankten Paradonts, zur Dekontamination, zur Ablation von Zahnhartgewebe und/oder zur Therapie bei Vorliegen einer Periimplantitis eingesetzt wird.
- 20 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird eine Drehbewegung der Abstrahlspitze manuell oder elektrisch ausgeführt. Beispielsweise kann eine elektrische Ausführung der Drehbewegung durch die Integration eines Motors in das Kopfstück des Handgeräts des Dentallasers erreicht werden, mit dem die Abstrahlspitze verbunden vorliegt. Durch die Verbindung von Motor und Abstrahlspitze
- 25 folgt die Abstrahlspitze der Drehbewegung des Motors und bewegt sich so um ihre Zentralachse. Der durchschnittliche Fachmann weiß, welche Arten von Motoren aufgrund der räumlichen und technischen Gegebenheiten innerhalb des Kopfstücks des Handgeräts eines Dentallasers zum Einsatz kommen können.
- Die Drehbewegung der Abstrahlspitze kann aber auch manuell ausgeführt werden.
- 30 Dazu umfasst die Abstrahlspitze in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung Mittel für die Ausführung der Drehbewegung. Solche Mittel können beispielsweise darin bestehen, dass eine im Wesentlichen senkrecht zu der Achse durch die Abstrahlspitze ausgebildete Querstange an die Abstrahlspitze ange-

bracht wird, welche vorteilhafterweise eine leichtgängige Drehbewegung und eine gute Handhabbarkeit der drehbaren Abstrahl-Spitze ermöglicht. Es ist bevorzugt, dass die Querstange kürzer ausgebildet ist als die Abstrahl-Spitze und dass die Querstange aus Metall besteht. Sie weist einen bevorzugten Durchmesser im Bereich von 0,5 bis 0,7 mm auf und eine bevorzugte Länge im Bereich von 6,5 bis 9,5 mm. Der durchschnittliche Fachmann weiß, dass die Abmessungen der Querstange in Abhängigkeit von der Geometrie des Handgeräts des Dentallasers ausgewählt werden.

Es ist bevorzugt, wenn die Verbindung zwischen Querstange und Abstrahl-Spitze durch eine mechanische oder Klebe-Verbindung realisiert wird. Der durchschnittliche Fachmann weiß, welche alternativen Verbindungsmöglichkeiten bestehen, eine metallene Querstange an eine erfindungsgemäße Abstrahl-Spitze anzubringen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Winkel α zwischen der Spitzenachse und der Frontfläche der Abstrahlspitze zwischen 45 und 50 °. Es war vollkommen überraschend, dass die Wirkleistung einer erfindungsgemäßen Abstrahlspitze mit abgeschrägter Frontfläche eine besonders schonende Entfernung beispielsweise von kariöser Zahnschicht ermöglicht. Der Grund dafür liegt in der Korrelation zwischen Winkelbereich und Spotgröße des Laserstrahls. Ein Spot im Sinne der Erfindung ist die Fläche, die vom Laserlicht bestrahlt wird. Der genannte Winkelbereich stellt einen optimalen Kompromiss zwischen einem großen Spot dar, der eine schnelle und für den Patienten stressärmere Behandlung ermöglicht, und einem kleinen Spot mit einer hohen Energiedichte des Laserlichts auf relativ kleiner Fläche.

Weiter war es vollkommen überraschend, dass die Zahnwurzeln durch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Abstrahlspitze deutlich weniger irritiert oder beschädigt werden, als mit den im Stande der Technik beschriebenen Methoden.

Es war weiter vollkommen überraschend, dass eine Abstrahlspitze für einen Dentallaser bereitgestellt werden kann, dessen Absorptionsspektrum im Bereich von Wasser liegt. Vorteilhafterweise wird die Energie des Laserlichtes dadurch vor allem von Wassermolekülen aufgenommen, die sich im Anwendungsbereich der Abstrahlspitze befinden. Es hat sich gezeigt, dass der Winkel zwischen der gedachten Achse durch die Abstrahlspitze und der abgeschrägten Frontfläche korreliert ist mit der Größe des Spots, der von dem Laserlicht bestrahlt wird. Dadurch kann durch die

Verwendung unterschiedlich stark abgeschrägter Frontflächen die optimale Abstrahlspitze zu Behandlung individueller Krankheitsbilder im Mundbereich ausgewählt werden.

5 Es konnte gezeigt werden, dass je kleiner der eingeschlossene Winkel ist, desto kleiner die vom Laserlicht bestrahlte Fläche (Spot) ist. Vorteilhafterweise führt die Verwendung einer erfindungsgemäßen Abstrahlspitze, deren eingeschlossener Winkel im Bereich von bevorzugt 45 bis 50 ° liegt, zu besonders großen Spots. Große Spots sind bevorzugt, weil damit flächig gearbeitet werden kann. Ein flächiges Arbeiten ermöglicht eine zügige Durchführung der Behandlung, was vor allem bei 10 solchen Patienten wünschenswert ist, die unter einer hohen Stressbelastung in Verbindung mit einer Zahnbehandlung leiden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Laserstrahlung durch die Abstrahlspitze insbesondere in einem 90 ° Winkel zu der gedachten Achse durch die Abstrahlspitze in eine vom Zahn wegführende Raumrichtung abgestrahlt. Durch die Verwendung einer Abstrahlspitze, die eine solche Abstrahlung des 15 Laserlichts ermöglicht, kann die Spitze, die an einem Handstück befestigt vorliegt, besonders leicht und sicher geführt und gehandhabt werden. Es konnte gezeigt werden, dass die definierte Abstrahlung des Laserlichts in einem rechten Winkel zu einer besonders effizienten Behandlung des Patienten beiträgt.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Abstrahl-Spitze um die Achse durch die Abstrahl-Spitze drehbar ausgebildet.

Es ist bevorzugt, dass die Abstrahl-Spitze mittels einer Einrichtung zur Arretierung und/oder Befestigung an das Kopfstück eines Handgeräts eines Dentallasers anbringbar ist. Diese Arretierung und/oder Befestigung an das Kopfstück eines Handgeräts eines Dentallasers ist drehbar ausgebildet, so dass die Abstrahl-Spitze be- 25 vorzugt in einem Winkelbereich von 0 bis 360 °gedreht werden kann. Die Achse dieser Drehbewegung ist die zentral durch die Abstrahl-Spitze verlaufende Achse.

Wie in Figur 1 gezeigt, erfolgt die Abstrahlung des Laserstrahles in eine definierte, von der abgeschrägten Frontfläche der Abstrahl-Spitze abgewandte Raumrichtung 30 der Abstrahl-Spitze. Vorteilhafterweise ermöglicht die Drehbarkeit der Abstrahl-Spitze, dass der Laserstrahl bevorzugt in alle Raumwinkel im Bereich von 0 bis 360 ° geführt werden kann, um dort mit dem zu behandelnden Gewebe wechselzuwir-

ken. Dies ist wegen der vorteilhaften Drehbarkeit der Abstrahl-Spitze nunmehr auch möglich, ohne das gesamte Handstück des Dentallasers zu bewegen, was die Einsatzmöglichkeit der erfindungsgemäßen Abstrahl-Spitze erhöht und die Beeinträchtigungen des Patienten während der Behandlung vermindert. Weiter wird die Zielgenauigkeit der Dentalbehandlung erhöht, da die drehbare Abstrahl-Spitze eine Anwendung der Laserstrahlung in einem definierten Zielbereich ermöglicht. Insbesondere wird dadurch vermieden, dass beispielsweise gesundes Gewebe, dessen Bestrahlung nicht erwünscht ist, ebenfalls bestrahlt und dadurch irritiert oder beeinträchtigt wird. Es ist bevorzugt, dass die Abstrahlspitze mittels einer Einrichtung zur Arretierung und/oder Befestigung an das Kopfstück eines Handgerätes eines Dentallasers anbringbar ist. Diese Arretierung und/oder Befestigung des Kopfstückes an ein Handgerät eines Dentallasers ermöglicht vorteilhafterweise ein schnelles Austauschen verschiedener Abstrahlspitzen mit unterschiedlichen Wirkcharakteristiken. Der durchschnittliche Fachmann weiß, dass unterschiedliche Krankheitsbilder oder Behandlungszwecke und die Verwendung von unterschiedlich ausgestalteten Abstrahlspitzen erforderlich macht. Es war daher vollkommen überraschend, dass Abstrahlspitzen bereitgestellt werden können, die auf besonders einfache und leichte Weise an das Kopfstück eines Handgerätes für einen Dentallaser befestigt oder arretiert werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform stammt die Laserstrahlung von einem Gaslaser, einem Festkörperlaser und/oder einer Laserdiode. Im Sinne dieser Erfindung ist ein Gaslaser ein Laser, der einen mit Gas gefüllten Resonator als aktives Medium zur Erzeugung hoher Strahlungsleistungen aufweist. Das Spektrum, das Gaslaser abdecken könne, reicht von ultraviolett bis infrarot. Um die Abstrahlung von Laserlicht zu erreichen, müssen Elektronen des aktiven Mediums in ein höheres Energieniveau gebracht werden. Der dazu verwendete Vorgang wird als „Pumpen“ bezeichnet

Das Pumpen des Lasers erfolgt vorteilhafterweise durch elektrische Gasentladung. Es kann jedoch auch bevorzugt sein, mit Mikrowellen, sichtbarem Licht oder durch eine chemische Reaktion des aktiven Mediums zu pumpen.

Als Festkörperlaser im Sinne der vorliegenden Erfindung werden optisch angeregte Laser bezeichnet. Sie enthalten ein aktives Medium aus einem kristallinen oder

amorphen Festkörper. Zum Pumpen wird im Fall von Festkörperlasern sichtbares Licht oder Infrarotstrahlung verwendet.

Vorteilhaft bei der Verwendung von Festkörperlasern ist, dass sie sowohl kontinuierlich, als auch gepulst betrieben werden können. Dies ermöglicht einen flexiblen Einsatz des Laserlichts eines Festkörperlasers in der Zahnmedizin. Insbesondere ge-
5 währleisten Festkörperlaser im Vergleich zu herkömmlichen CO₂-Lasern eine gesteigerte Effizienz, eine hohe Strahlqualität und –leistung.

Eine Laserdiode im Sinne dieser Erfindung ist ein Halbleiter-Bauteil, das mit einer licht-emittierende Diode (LED) verwandt ist, welches jedoch Laserstrahlung erzeugt.
10 Der Bereich des p-n-Übergangs der Laserdiode wird stark dotiert und bei hohen Stromdichten betrieben. Dadurch wird ein Spektrum von infrarot bis ultraviolett erreicht.

In Laserdioden wird ein p-n-Übergang mit starker Dotierung bei hohen Stromdichten betrieben. Das Laserlicht entsteht durch die Rekombination von Elektronen und Lö-
15 chern, also Fehlstellen im Festkörper, am Übergang zwischen dem p- und n-dotierten Bereich. Dabei wird zunächst durch elektrisches Pumpen eine Besetzungsinversion hergestellt, welche dann zur Abstrahlung von Strahlung im Wellenlängenbereich von Laserlicht führt. Die Wahl des Halbleiter- und Dotierungsmaterials bestimmt die abgestrahlte Wellenlänge. Eine andere Bezeichnung für Laserdio-
20 de ist Halbleiterlaser. Die Begriffe werden im Rahmen dieser Anmeldung synonym verwendet. Vorteilhafterweise arbeiten alle genannten Lasertypen im thermischen Bereich.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Festkörperlaser um einen Mischkristall-Laser, wobei die Welllänge des Mischkristall-Lasers
25 in einem Bereich von 1000 bis 3000 nm liegt.

Es ist darüber hinaus bevorzugt, wenn der Laser ein Erbium-Laser mit einer Wellenlänge von 2940 nm ist. Die hier genannten medizinischen Laser dringen bis zu 100 µm in das Gewebe ein. Ein besonderer Vorteil diese Laser besteht darin, dass sowohl Hart- als auch Weichgewebe bearbeitet werden kann.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der Laserdiode um eine Diode mit einer Wellenlänge von 600 bis 870 nm. Damit weisen Laserdioden ein Absorptionsspektrum im Bereich von Melanin und Häm-

globin auf. Laserdioden erreichen eine Eindringtiefe von bis zum 1 cm, was unter anderem durch eine Initiierung der Abstrahlspitze erreicht wird. Laserdioden und CO₂-Lasern werden vorteilhafterweise ausschließlich in der Weichgewebebehandlung eingesetzt.

- 5 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform liegt die Leistung des Dentallasers in einem Bereich von 3 bis 20 Watt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt die Länge der Abstrahlspitze in einem Bereich von 10 bis 15 mm. Es hat sich gezeigt, dass eine Länge zwischen 10 und 15 mm eine besonders einfache Handhabung der Abstrahlspitze ermöglicht.

- 10 Die Abstrahlspitze der bevorzugten Länge kann sicher in Taschen zwischen Zahnfleisch und Zahn geführt werden und dort betrieben werden. Aufgrund der bevorzugten Größe kommt es nicht zu einer unerwünschten Interaktion mit den Zähnen des zweiten Kiefers und eine größtmögliche Bewegungsfreiheit des behandelnden Arztes wird gewährleistet.

- 15 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung liegt der Durchmesser der Abstrahlspitze in einem Bereich von 0,9 bis 1,1 mm. Es war vollkommen überraschend, dass eine Abstrahlspitze bereitgestellt werden kann, die sowohl die Merkmale einer optimale Spotgröße, Energiedichte und Bruchfestigkeit miteinander vereint. Die Abstrahlspitze mit dem bevorzugten Durchmesser von 0,9 bis 1,1 mm ermöglicht durch ihre gute Bruchfestigkeit eine hohe Behandlungssicherheit. Ebenso ermöglichen Abstrahlspitzen mit einem bevorzugten Durchmesser einen sicheren Halt im Handstück, was sich positiv auf die Lebensdauer der Abstrahlspitze auswirkt.

- 25 Es ist bevorzugt, wenn das Material der Abstrahlspitze ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Saphir, synthetischer Saphir, Quarz, Glasfaser und/oder Polymer, oder einer Kombination daraus. Bei der Verwendung von Abstrahlspitzen aus beispielsweise Polymer oder Polymer kann es zu einem Energieverlust durch Strahlungsaustritt an den Seiten der Abstrahlspitze kommen. Ein solcher Energieverlust wird durch einen Reflexionsmantel, der die nach außen abgestrahlte Strahlung wieder in die Abstrahlspitze hineinreflektiert, vorteilhafterweise verhindert. Damit werden Energie und Ressourcen gespart und die Bestrahlung unerwünschter Gewebeteile vermieden. Vorteilhafterweise wird an Abstrahlspitzen aus Saphir oder synthetischen Saphir ein solcher Energieverlust nicht beobachtet.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Set von Abstrahlspitzen, wobei die Abstrahlspitzen des Sets unterschiedliche Winkel α zwischen der Spitzenachse und der abgeschrägten Frontfläche aufweisen. Die Bereitstellung eines Sets von Abstrahlspitzen gewährleistet einen optimalen Behandlungserfolg, da der behandelnde Arzt für unterschiedliche Anforderungen zwischen verschiedenen Abstrahlspitzen auswählen kann. Dadurch wird beispielsweise die unnötige Beeinträchtigung gesunden Zahnfleisches und Zahnmaterials vermieden und die Strahlungsbelastung für den Patienten reduziert.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung bestrahlen die Abstrahlspitzen des Sets in Abhängigkeit vom Winkel α unterschiedlich große Behandlungsflächen. Die Ausnutzung des Zusammenhangs zwischen Winkel- und Spotgröße ist ein wesentliches Verdienst der Erfindung. Abweichend von der bisher üblichen Verwendung von ebenen Frontflächen im vorderen Bereich der Abstrahlspitze wird nunmehr eine Abstrahlspitze bereitgestellt, deren Frontfläche abgeschrägt ist. Unterschiedlich stark ausgeprägte Schrägen führen zu unterschiedlichen Spotgrößen und Energiedichten, wodurch der behandelnde Arzt eine geeignete Abstrahlspitze je nach Beschaffenheit des zu behandelnden Gewebes oder Zahnmaterials auswählen kann. Dadurch können sowohl flächige Behandlungsorte, wie die Kauflächen von Backenzähnen, als auch kleine Behandlungsgebiete optimal versorgt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform betrifft die Erfindung eine Abstrahlspitze für einen Dentallaser zur Weichgewebebehandlung im Rahmen einer Parodontosebehandlung, bei der der vordere Bereich der Abstrahlspitze abgeschrägt ausgebildet ist und ein Winkel α , der von einer Achse durch die Abstrahlspitze und einer abgeschrägten Frontfläche der Abstrahlspitze gebildet wird, in einem Bereich von 45 bis 65 ° liegt und die Abstrahlspitze um die Achse durch die Abstrahlspitze drehbar ausgebildet ist.

Die Erfindung soll im Folgenden anhand von einer Figur beispielhaft erläutert werden, ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein. Es zeigt:

30 Fig. 1 Strahlengang durch eine bevorzugten Ausführungsform der Abstrahlspitze

Fig. 2 bevorzugten Ausführungsform der Abstrahlspitze mit Mitteln zur Ausführung der Drehbarkeit der Abstrahlspitze

Fig. 3 Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Haltevorrichtung mit einer Abstrahlspitze

Fig. 4 schräge Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Haltevorrichtung mit einer Abstrahlspitze

5

Figur 1 zeigt den Strahlengang eines Laserstrahls 12 durch eine erfindungsgemäße Abstrahlspitze 10 mit abgeschrägter Frontfläche 22. Das Laserlicht 12 wird mit geeigneten Leitungsvorrichtungen, zum Beispiel Glasfaserkabeln oder dergleichen, von der Laserstrahlung erzeugenden Quelle durch ein Handstück zu der erfindungsgemäßen Abstrahlspitze 10 geführt. Diese besteht aus Saphir, synthetischer Saphir, Quarz, Glasfaser und/oder Polymer und weist eine Länge zwischen 10 und 15 mm und einen Durchmesser von 0,9 bis 1,1 mm auf. Die Abstrahlspitze 10 besteht aus einem zylinderförmigen Sockel mit kreisförmiger Grundfläche. Dieser hintere Bereich der Abstrahlspitze 10 liegt an dem Handstück eines Dentallaser angebracht vor. Mittig in diesem Sockel mit kreisförmiger Grundfläche befindet sich eine gedachte Achse 20, welche bei der Verdeutlichung des Strahlengangs des Laserlichts 12, 14 hilft. Im vorderen Bereich 10 schließt die Abstrahlspitze 10 mit einer abgeschrägten Frontfläche 22 ab. Die Ebene der abgeschrägten Frontfläche 22 und die gedachte Achse 20 durch die Abstrahlspitze schließen miteinander einen Winkel α (16) ein. Erfindungsgemäß liegt dieser Winkel α 16 zwischen 45 und 65 °. In Figur 1 ist ein Winkel α (16) von 45 ° gezeigt. Wenn der Laserstrahl 12 auf die abgeschrägte Frontfläche 22 fällt, kommt es zur Reflexion an der Frontfläche, die eine Grenzfläche zwischen dem Material der Abstrahlspitze 10 und der Umgebung bildet. Die Reflexion an der Frontfläche 22 vollzieht sich nach dem Reflexionsgesetz, nachdem der Ausfallswinkel gleich dem Einfallswinkel ist. Der Laserstrahl 12 trifft unter einem Winkel α (16) auf die abgeschrägte Frontfläche 22 der Abstrahlspitze 10, wobei der Winkel α (16) in Figur 1 45 ° beträgt. Der Lichtstrahl 12 wird dann von der abgeschrägten Frontfläche reflektiert und unter einem rechten Winkel 18 zwischen dem emittierten Laserstrahl 14 und der gedachten Achse 20 abgestrahlt.

10

15

20

25

30

Durch diese Reflexion wird der erfindungsgemäße Erfolg erreicht, dass Laserlicht nur eine Raumrichtung abgegeben wird. Dies ermöglicht eine zielgenauere Anwendung der erfindungsgemäßen Abstrahlspitze 10 und eine Reduktion unerwünschter Beeinträchtigungen von Gewebe und Zahnmaterial, das nicht behandelt werden muss.

Figur 2 zeigt die erfindungsgemäße Abstrahl-Spitze (10) mit Mitteln (24) zur Ausführung der Drehbarkeit der Abstrahl-Spitze (10). Beispielfhaft liegt seitlich an der Abstrahl-Spitze (10) eine Querstange (24) vor, an der eine Kraft zur Ausführung der Drehbewegung der Abstrahl-Spitze (10) angesetzt werden kann. In Figur 2 ist beispielhaft eine Querstange (24) gezeigt, mit deren Hilfe die Abstrahl-Spitze (10) manuell gedreht werden kann. Dabei weist die Querstange (24) einen Durchmesser im Bereich von 0,5 bis 0,7 mm und eine Länge im Bereich von 6,5 bis 9,5 mm auf. Die Drehung der Abstrahl-Spitze (10) erfolgt um die gedachte Achse (20), die zentral durch die Mitte der zylindrischen Abstrahl-Spitze (10) verläuft.

Figur 3 zeigt eine Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Haltevorrichtung (30) mit einer Abstrahlspitze (10). Zu sehen ist, wie die Abstrahlspitze (10) in der Haltevorrichtung (30) gelagert und/oder befestigt ist, wobei die Abstrahlspitze (10) insbesondere von der Aufnahmevorrichtung (40) zur Aufnahme der Abstrahlspitze aufgenommen und gehalten wird. Die Haltevorrichtung umfasst weiter ein Drehelement (36), das sich bevorzugt an einem Speichenring (32) angeordnet befindet. Bei diesem Drehelement (36) kann es sich um beispielsweise um ein Stück Material handeln, das aus dem Speichenring (32) herausragt, wobei dieses Material besonders bevorzugt eine im Wesentlichen dreieckige Form aufweist, wobei eine der Dreiecksseiten vorzugsweise dem Speichenring (32) zugewandt ist. Ein solches Drehelement (36) als herausragendes Materialstück ist überraschenderweise besonders einfach herstellbar, wenn die Haltevorrichtung mit einem 3D-Drucker hergestellt wird. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass das Drehelement (36) aus demselben Material wie der Speichenring (32) besteht, es kann aber für andere Anwendungen auch bevorzugt sein, dass unterschiedliche Materialien verwendet werden. Das Drehelement (32) wird insbesondere verwendet, um eine Drehbewegung auf die Haltevorrichtung zu übertragen, wozu ein Nutzer das Drehelement vorzugsweise berührt und an ihm dreht. Dies kann beispielsweise mit einem Finger oder eine Daumen erfolgen.

Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die Aufnahmevorrichtung (40) als oberen Bereich und den Aufsatz (38) als unteren Bereich der Haltevorrichtung zu bezeichnen, wobei dadurch bevorzugt auch die Raumrichtungen „unten“ und „oben“ festgelegt werden. In einem unteren Bereich umfasst die Haltevorrichtung einen Aufsatz (38), mit dem die Haltevorrichtung (30) beispielsweise an Handgerät zur Führung der Abstrahlspitze (10) befestigt werden kann. der Aufsatz (38) wird beispielsweise

von einem zylinderförmigen Bauteil gebildet und kann eine Ringnut und einen Kragen zur Befestigung an dem Handgerät umfassen. Dadurch kann der die Haltevorrichtung (30) beispielsweise auf das Handgerät aufgesteckt oder durch Einrasten befestigt werden.

- 5 Figur 4 zeigt eine schräge Seitenansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Haltevorrichtung (30) mit einer Abstrahlspitze (10). Deutlich zu sehen ist das Drehelement (36) und der Speichenring (32), der bevorzugt drei Speichen (34) umfasst, die vorzugsweise symmetrisch zueinander angeordnet sein können, um eine besonders stabile Konstruktion der Haltevorrichtung (30) zu gewährleisten. Beispielsweise können die Speichen (34) in einem Winkelabstand von 120° angeordnet vorliegen.
- 10

Bezugszeichenliste

	10	Abstrahlspitze
	12	Laserstrahl durch die Abstrahlspitze
5	14	von der Abstrahlspitze emittierter Laserstrahl
	16	Winkel α zwischen gedachter Achse durch die Abstrahlspitze und abgeschrägter Frontfläche
	18	rechter Winkel zwischen gedachter Achse durch die Abstrahlspitze und emittierten Laserstrahl
10	20	gedachte Achse durch die Abstrahlspitze
	22	abgeschrägte Frontfläche
	24	Mittel für eine Ausführung der Drehbewegung der Abstrahl-Spitze, beispielsweise eine Querstange
	30	Haltevorrichtung
15	32	Speichenring
	34	Speichen
	36	Drehelement
	38	Aufsatz
	40	Aufnahmevorrichtung zur Aufnahme der Abstrahlspitze

Schutzansprüche

1. Haltevorrichtung (30) für eine Abstrahl-Spitze für einen Dentallaser
dadurch gekennzeichnet, dass
die Haltevorrichtung (30) eine Aufnahmevorrichtung (40) zur Aufnahme der
Abstrahlspitze umfasst, wobei die Abstrahlspitze in die Aufnahmevorrichtung
(40) der Haltevorrichtung (30) einsetzbar ist und in dieser drehbar lagerbar
ist, wobei eine Drehbewegung von einem Nutzer mittels einem Drehelement
(36) auf die Haltevorrichtung übertragbar ist.
5
- 10 2. Haltevorrichtung (30) nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, dass
die Haltevorrichtung (30) mittels einem 3D-Drucker herstellbar ist.
- 15 3. Haltevorrichtung (30) nach Anspruch 1 und/oder 2
dadurch gekennzeichnet, dass
die Haltevorrichtung (30) einen Speichenring (32) und einen Aufsatz (38) zur
Befestigung der Abstrahlspitze an einer Laserquelle umfasst.
- 20 4. Haltevorrichtung (30) nach Anspruch 3
dadurch gekennzeichnet, dass
der Speichenring (32) drei Speichen (34) umfasst.
- 25 5. Abstrahl-Spitze (10) für einen Dentallaser zur Weichgewebebehandlung im
Rahmen einer Paradontosebehandlung
dadurch gekennzeichnet, dass
der vordere Bereich der Abstrahl-Spitze (10) abgeschrägt ausgebildet ist und
ein Winkel α (16), der von einer Achse (20) durch die Abstrahl-Spitze (10)
und einer abgeschrägten Frontfläche (22) der Abstrahl-Spitze (10) gebildet
wird, in einem Bereich von 45 bis 65 ° liegt.
30
6. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 5
dadurch gekennzeichnet, dass
der Winkel α (16) zwischen der Spitzenachse (20) und der Frontfläche (22)

der Abstrahl-Spitze (10) bevorzugt in einem Bereich von 45 bis 50 ° liegt.

7. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 5 und/oder 6
dadurch gekennzeichnet, dass
5 die Laser-Strahlung (12) insbesondere in einem 90°-Winkel zur Achse (20) durch die Abstrahl-Spitze (10) in eine vom Zahn wegführende Raumrichtung abgestrahlt wird.
8. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche
10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Abstrahl-Spitze (10) um die Achse (20) durch die Abstrahl-Spitze (10) drehbar ausgebildet ist.
9. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 8
15 **dadurch gekennzeichnet, dass**
eine Drehbewegung der Abstrahl-Spitze (10) manuell oder elektrisch ausführbar ist.
10. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 8 oder 9
20 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Abstrahl-Spitze (10) Mittel (24) für eine Ausführung der Drehbewegung der Abstrahl-Spitze (10) umfasst.
11. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5
25 bis 10
dadurch gekennzeichnet, dass
die Länge der Abstrahl-Spitze (10) mit der Tiefe des zu behandelnden Zahnbereichs korrespondiert.
12. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5
30 bis 11
dadurch gekennzeichnet, dass
sie mittels einer Einrichtung zur Arretierung und/oder Befestigung an das

Kopfstück (24) eines Handgeräts eines Dentallasers anbringbar ist.

- 5 13. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5 bis 12
dadurch gekennzeichnet, dass
die Laser-Strahlung (12) von einem Gaslaser, Festkörper-Laser und/oder einer Laserdiode stammt.
- 10 14. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 13
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei dem Festkörper-Laser um einen Mischkristall-Laser handelt und die Wellenlänge des Mischkristall-Laser in einem Bereich von 1000 bis 3000 nm liegt.
- 15 15. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 13 oder 14
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei dem Festkörper-Mischkristall-Laser um einen Erbium-Laser mit einer Wellenlänge von 2940 nm handelt.
- 20 16. Abstrahl-Spitze (10) nach Anspruch 13
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei der Laserdiode um eine Diode mit einer Wellenlänge von 600 bis 870 nm handelt.
- 25 17. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5 bis 16
dadurch gekennzeichnet, dass
die Leistung des Dentallasers in einem Bereich von 3 bis 20 Watt liegt.
- 30 18. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5 bis 17
dadurch gekennzeichnet, dass
die Länge der Abstrahl-Spitze (10) in einem Bereich von 10 bis 15 mm liegt.

19. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5 bis 18
dadurch gekennzeichnet, dass
der Durchmesser der Abstrahl-Spitze (10) in einem Bereich von 0,9 bis 1,1 mm liegt.
- 5
20. Abstrahl-Spitze (10) nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5 bis 19
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abstrahl-Spitze (10) hergestellt ist aus einem Material ausgewählt aus der Gruppe umfassend Saphir, synthetischer Saphir, Quarz, Glasfaser, Polymer.
- 10
21. Set umfassend mehrere Abstrahl-Spitzen (10) gemäß der Ansprüche 5 bis 20
dadurch gekennzeichnet, dass
Abstrahl-Spitzen (10) des Sets unterschiedliche Winkel α (16) zwischen der Spitzenachse (20) und der abgeschrägten Frontfläche (22) aufweisen.
- 15
22. Set nach Anspruch 21
dadurch gekennzeichnet, dass
die von den Abstrahl-Spitzen (10) des Sets abgestrahlte Laser-Strahlung (12) in Abhängigkeit vom Winkel α (16) unterschiedlich große Behandlungsflächen bestrahlt.
- 20
- 25
23. Abstrahl-Spitze (10) für einen Dentallaser zur Weichgewebebehandlung im Rahmen einer Parodontosebehandlung
dadurch gekennzeichnet, dass
der vordere Bereich der Abstrahl-Spitze (10) abgeschrägt ausgebildet ist und ein Winkel α (16), der von einer Achse (20) durch die Abstrahl-Spitze (10) und einer abgeschrägten Frontfläche (22) der Abstrahl-Spitze (10) gebildet wird, in einem Bereich von 45 bis 65 ° liegt und die Abstrahl-Spitze (10) um die Achse (20) durch die Abstrahl-Spitze (10) drehbar ausgebildet ist.
- 30

24. Haltevorrichtung (30) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abstrahlspitze eine Abstrahlspitze (10) gemäß der Ansprüche 5 bis 20
ist.

Fig. 1

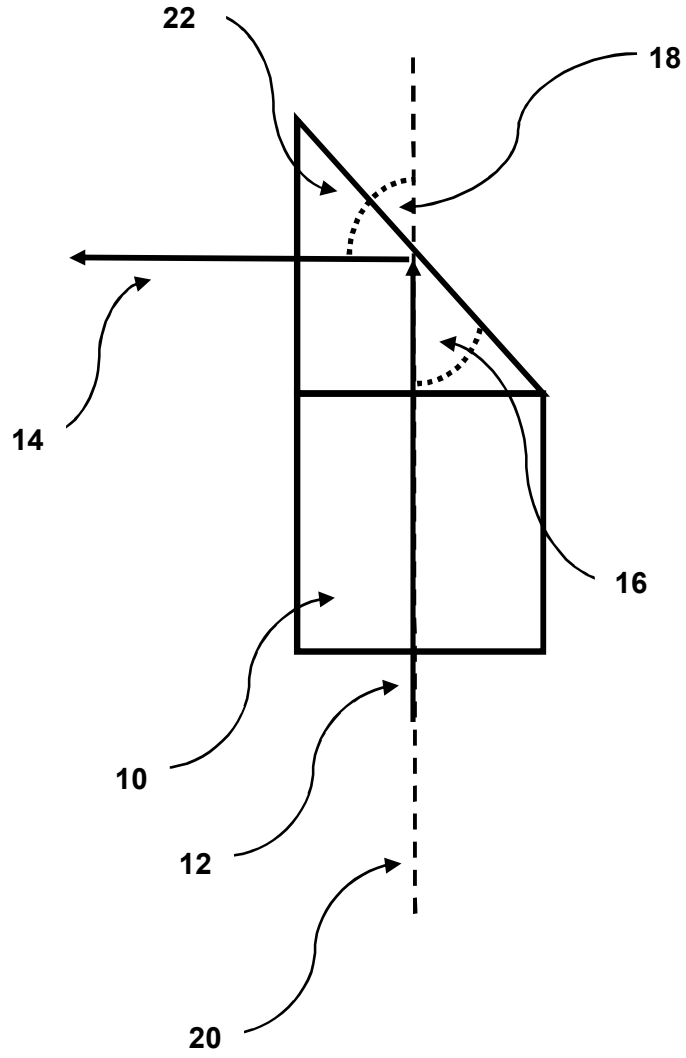


Fig. 2

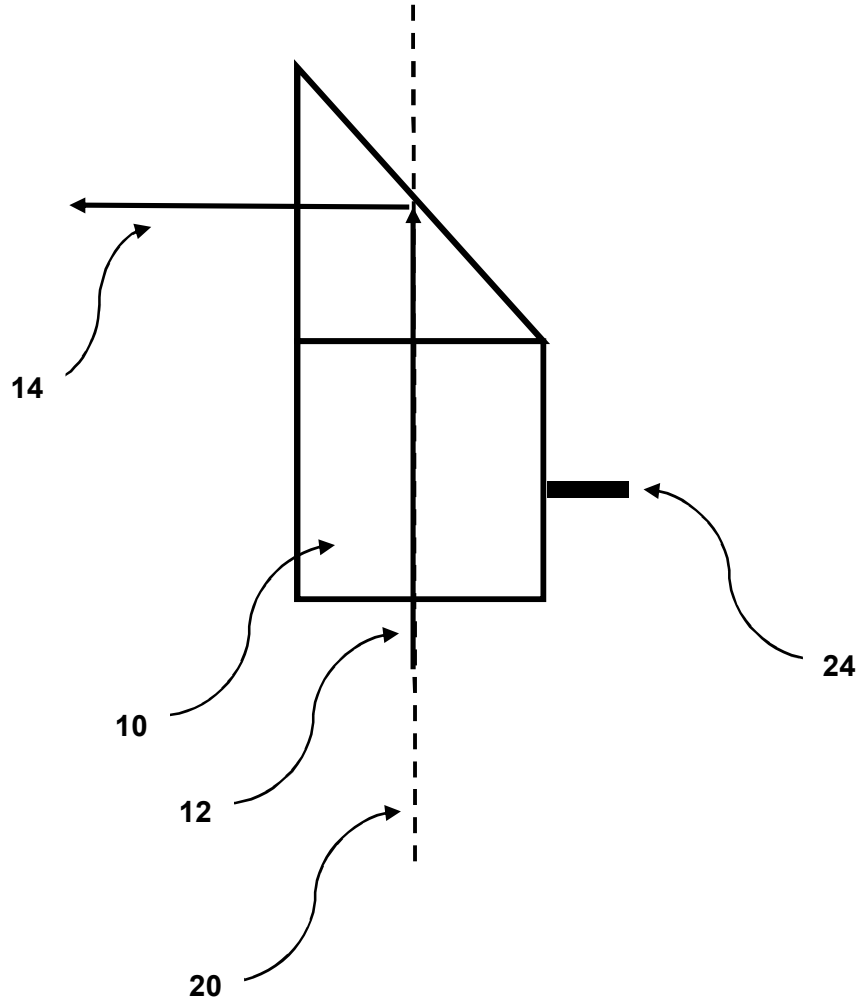


Fig. 3

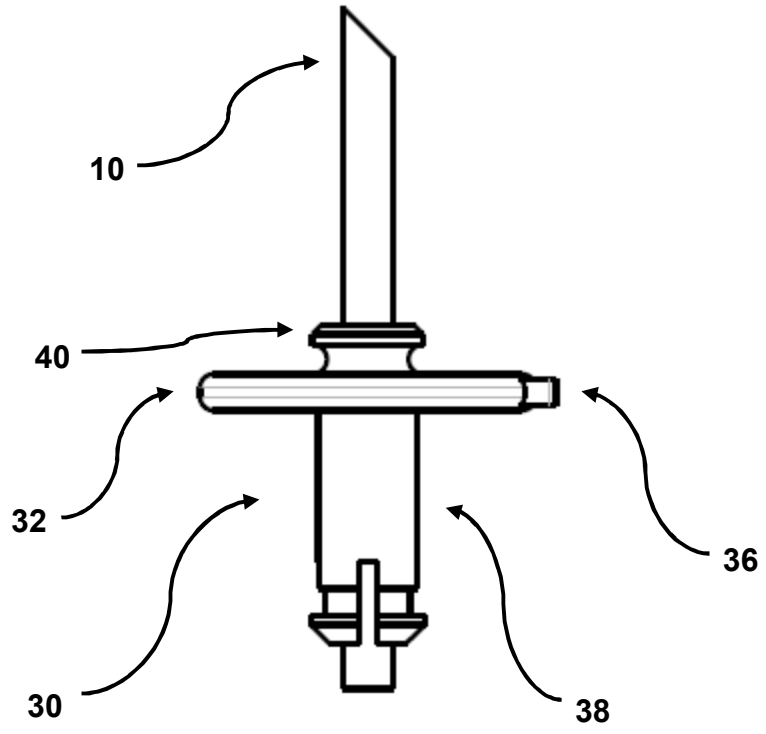


Fig. 4

