

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50277/2023
(22) Anmeldetag: 17.04.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2025

(51) Int. Cl.: **C21D 10/00** (2006.01)
C21D 1/09 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01)
B23K 26/352 (2014.01)
F16D 65/12 (2006.01)
F16D 69/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP H05157134 A
JP H01283442 A
GB 2373792 A
DE 3718647 C1
US 2020208696 A1
CN 109652619 A

(73) Patentinhaber:
Hascic Daniel Ing.
7011 Siegendorf (AT)

(72) Erfinder:
Hascic Daniel Ing.
7011 Siegendorf (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwalt Haas KG
2351 Wiener Neudorf (AT)

(54) Verfahren zum Härten eines Reibringes

(57) Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Härten eines Reibringes (2) vorgesehen, bei welchem in einem ersten Schritt ein Reibring (2) bereitgestellt wird, der eine Reibschicht aufweist, wobei in einem zweiten Schritt mithilfe eines Lasers (5) ein Laserstrahl (6) über die Oberfläche der Reibschicht (4) geführt wird, wodurch die Reibschicht (4) gehärtet wird.

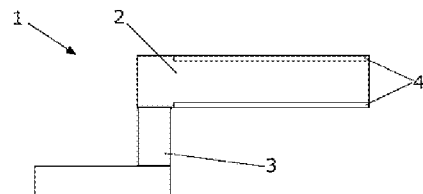


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härten eines Reibringes, bei welchem in einem ersten Schritt ein Reibring bereitgestellt wird, der eine Reibschicht aufweist, wobei in einem zweiten Schritt mithilfe eines Lasers ein Laserstrahl über die gesamte Oberfläche der Reibschicht geführt wird, wodurch die Reibschicht gehärtet wird.

[0002] Die Erfindung betrifft weiters einen Reibring, hergestellt nach einem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0003] Bremsscheiben sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden vor allem in Scheibenbremsen genutzt. Hierbei ist ein sich bewegendes, bspw. rotierendes Element wie ein Rad eines Fahrzeuges fest mit der Bremsscheibe verbunden. Um die Bremsscheibe bzw. das sich bewegende Element zu bremsen, wird zumindest eine Oberfläche der Bremsscheibe durch Bremsbeläge berührt, sodass Reibung zwischen der Bremsscheibe und dem Bremsbelag entsteht. Diese Reibung bewirkt eine Umwandlung der Bewegungsenergie in thermische Energie und damit eine Abbremsung der Bremsscheibe und damit des sich bewegenden Elements. Die Bremsbeläge sind üblicherweise auf wahlweise an die Bremsscheibe andrückbaren Bremsklötzen angeordnet.

[0004] Bremsscheiben weisen üblicherweise einen Reibring auf, der zumindest eine Reibschicht umfasst, die mit den Bremsbelägen im Falle einer Bremsung in Berührung kommt. Der Reibring wird in der Regel durch ein vom Reibring umgebenes Halteelement gehalten.

[0005] Bekannte Reibringe sind aus Gusseisen gefertigt, insbesondere aus Grauguss. Derartige Reibringe weisen eine Härte im Bereich von ca. 190-230 HV (Härte Vickers) auf.

[0006] Eine höhere Härte der Reibringe, insbesondere der Reibschicht, ist wünschenswert, da dies zu einem geringeren Verschleiß und damit einem geringeren Ausstoß von Feinstaub führt. Das Härten eines Reibringes mithilfe herkömmlicher Härteverfahren ist allerdings nicht bzw. kaum möglich, da die Gefahr besteht, dass sich der Reibring durch das Härteverfahren verformt und das Gefüge des Reibringes nachteilig verändert wird. Weiters ist es mithilfe herkömmlicher Verfahren kaum möglich, die Reibschicht eines Reibringes homogen zu härten, sodass die Reibschicht im Wesentlichen über die gesamte Fläche und Tiefe im Wesentlichen die gleiche Härte aufweist. Dies ist allerdings wichtig, um einen gleichmäßigen Verschleiß der Reibschicht zu ermöglichen. Ein ungleichmäßiger Verschleiß aufgrund einer ungleichmäßigen Härteverteilung in der Reibschicht führt im Betrieb neben einer zu schnellen Abnutzung der Reibschicht zu unerwünschten Geräuschen während des Bremsvorganges, wodurch das Komfortverhalten bspw. eines den Reibring aufweisenden Fahrzeuges deutlich eingeschränkt ist.

[0007] Um den Verschleiß und den erzeugten Feinstaub von Reibringen zu verringern, können zusätzliche Schichten aus härterem Material auf den Reibring aufgebracht werden, wodurch die Härte der der Reibung ausgesetzten Reibschicht erhöht wird. Das Aufbringen von zusätzlichen Materialien auf einen Reibring ist allerdings aufwendig und kostspielig, sodass dieses Verfahren lediglich bei Reibringen für gehobene Fahrzeugklassen eingesetzt wird.

[0008] In der JP H05157134 A wird ein Reibring beschrieben, der aus einem Gusseisen besteht. Ein Laser wird verwendet um die Oberfläche des Reibringes teilweise zu bearbeiten und zu härten, sodass ein Muster entsteht.

[0009] In der JP H01283442 A wird ein Reibring beschrieben, der eine Reibschicht aufweist, die eine durch Laserhärten gehärtete Schicht umfasst. Die Schicht kann bspw. ringförmig oder punktförmig auf der Oberfläche der Reibschicht angeordnet sein. Die Schicht kann auch durch Laser-Quenching hergestellt werden.

[0010] Die GB 2373792 A beschreibt ein Verfahren zum Härten der Oberfläche einer Bremsscheibe, bei welchem ein Laser zusammen mit einem Prozessgas, bspw. Stickstoff, zur Härtung verwendet wird. Hierbei wird die gesamte Oberfläche der Bremsscheibe gehärtet.

[0011] Die DE 3718647 C1 zeigt ein Verfahren zum Härten einer Bremsscheibe, bei welchem die

beidseitig angeordneten Reibflächen in einigen Teilbereichen mithilfe eines Laserverfahrens gehärtet werden und in anderen Teilbereichen nicht gehärtet werden.

[0012] In der US 2020208696 A1 wird eine Bremsscheibe beschrieben, die in einem ringförmigen Streifen lasergehärtet ist, um eine vibrationsärmere und geräuschreduzierte Bremsscheibe bereitzustellen.

[0013] In der CN 109652619 A wird eine Bremsscheibe beschrieben, die einen ringförmigen, lasergehärteten Streifen aufweist.

[0014] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Härten eines Reibringes bereitzustellen, welches eine gleichmäßige Härtung der Reibschicht des Reibringes ermöglicht. Insbesondere soll das Verfahren einfach und kostengünstig sein.

[0015] Erfindungsgemäß ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art vorgesehen, dass der Reibring aus einem Grauguss EN GJL 150 hergestellt ist, der Laserstrahl mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 100 m/min über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird und dass die Leistung des Lasers während der Bearbeitung der Oberfläche der Reibschicht 4000 bis 7000 Watt beträgt. Der Reibring bzw. die Reibschicht werden hierbei mithilfe eines Laserhärteverfahrens gehärtet. Dies ermöglicht einerseits eine homogene Härtung der Reibschicht bis in die gewünschte Tiefe und ist andererseits vergleichsweise kostengünstig. Zusätzlich hat sich herausgestellt, dass die Mikrostruktur des Materials des Reibringes, bspw. Gusseisen, durch das erfindungsgemäße Härteungsverfahren nicht nachteilig beeinträchtigt wird.

[0016] Erfindungsgemäß ist der im ersten Schritt bereitgestellte Reibring im Wesentlichen aus einem Gusseisen, nämlich einem Grauguss EN GJL 150, hergestellt. Gusseisen sowie insbesondere Grauguss sind bekannte und vergleichsweise günstige Materialien, die sich gut als Basismaterial eines Reibringes und für die erfindungsgemäße Härtung eignen. Der Reibring kann im ersten Schritt nach einem bekannten Verfahren hergestellt werden. Der Reibring kann bspw. gegossen werden.

[0017] Das erfindungsgemäß eingesetzte Lasergerät weist bevorzugt eine Härteoptik auf. Weiters wird bevorzugt während des zweiten Verfahrensschrittes, also während des Härtens, die Temperatur am Wirkort des Lasers, also der Oberfläche der Reibschicht, koaxial zum Laserstrahl mithilfe eines Sensors erfasst. Die derartig ermittelte Temperatur kann bevorzugt als Basis für die Steuerung des Lasergeräts, bspw. die Anpassung der Laserleistung und/oder der Lasergeschwindigkeit (Scangeschwindigkeit) genutzt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn Bremsscheiben unterschiedlicher Größe bzw. Beschaffenheit gehärtet werden sollen, für die noch keine geeigneten Bearbeitungsparameter für das Lasergerät vorliegen.

[0018] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Laserstrahl mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 100 m/min, besonders bevorzugt 1 bis 30 m/min, besonders bevorzugt 1 bis 2 m/min, insbesondere ca. 1,5 m/min, über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird. Die Lasergeschwindigkeit bzw. Scangeschwindigkeit wird hierbei auf der Oberfläche der Reibschicht ermittelt. Bei diesen Geschwindigkeiten ergibt sich ein besonders gutes Verhältnis zwischen der Produktionsgeschwindigkeit und der Qualität der Härtung, insbesondere wenn das Material des Reibringes aus Gusseisen, bspw. einem Grauguss besteht. Insbesondere gelingt es hierdurch, die Härtung im Wesentlichen homogen bis in eine ausreichende Tiefe von ca. 0,5 bis 1 mm sicherzustellen. Grundsätzlich gilt, dass bei höheren Geschwindigkeiten die erzielte Härte reduziert, aber die Produktionsgeschwindigkeit erhöht wird.

[0019] Weiters ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Leistung des Lasers während der Bearbeitung der Oberfläche der Reibschicht 4000 bis 7000 Watt, bevorzugt 5000 bis 6000 Watt beträgt. Diese Leistung ermöglicht es, die Reibschicht bis in eine Tiefe von ca. 0,5 bis 1 mm bis auf einen Härtegrad von ca. 500 bis 600 HV oder darüber hinaus zu härten. Diese Laserleistung ist insbesondere bei den oben genannten Geschwindigkeiten des Laserstrahls vorteilhaft.

[0020] Die Achse des Laserstrahls, der über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird, ist bevorzugt im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Reibschicht angeordnet. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Bearbeitung der Reibschicht. Bevorzugt ist die Achse des Laserstrahls wäh-

rend des gesamten Härtingsverfahrens im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Reibschicht angeordnet.

[0021] Der Abstand zwischen der Oberfläche der Reibschicht und der Front des Lasergeräts (Arbeitsdistanz) beträgt bevorzugt zwischen ca. 100 mm und 400 mm, besonders bevorzugt zwischen 200 und 300 mm, insbesondere ca. 250 mm.

[0022] Um auf einfache Art und Weise sicherzustellen, dass die gesamte Oberfläche der Reibschicht gehärtet wird, ist bevorzugt vorgesehen, dass der Laserstrahl, in der Draufsicht gesehen, mäanderförmig über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird. Dies ermöglicht es, dass einerseits die Oberfläche der Reibschicht systematisch abgefahren werden kann und andererseits kein Bereich der Oberfläche der Reibschicht mehr als einmal dem Laserstrahl (direkt) ausgesetzt wird, wodurch die Dauer des Laserhärtens verkürzt wird, ohne die Qualität der Härtung negativ zu beeinträchtigen.

[0023] Alternativ ist bevorzugt vorgesehen, dass der Laserstrahl, in der Draufsicht gesehen, ringförmig über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird. Dies ist insbesondere bevorzugt, wenn die Reibschicht des Reibringes ringförmig ausgebildet ist. Falls der Laserstrahl auf der Oberfläche der Reibschicht kleiner als die Breite der Reibschicht ist, ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass der Laserstrahl spiralförmig über die Oberfläche der Reibschicht geführt wird. Dies ermöglicht eine schnelle Bearbeitung der Reibschicht, die gleichzeitig eine vollflächige Abdeckung der gesamten Reibschicht sicherstellt. Der Laserstrahl kann hierbei beim größten Durchmesser des Reibringes bzw. der Oberfläche des Reibringes angesetzt werden und anschließend in Richtung des kleinsten Durchmessers des Reibringes bzw. der Oberfläche des Reibringes geführt werden, oder umgekehrt beim kleinsten Durchmesser des Reibringes bzw. der Oberfläche des Reibringes angesetzt werden und anschließend in Richtung des größten Durchmessers des Reibringes bzw. der Oberfläche des Reibringes geführt werden.

[0024] Während der Bearbeitung kann entweder das Lasergerät (entweder als Ganzes oder teilweise) relativ zum Reibring oder der Reibring relativ zum Lasergerät bewegt werden. Auch eine Mischung dieser beiden Bewegungen ist möglich.

[0025] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die Reibschicht in einem dritten Schritt gekühlt wird. Besonders bevorzugt wird die Reibschicht aktiv gekühlt. Hierdurch wird die Härtung weiter verbessert. Die Kühlung kann bspw. mithilfe von Druckluft erfolgen. In den meisten Fällen ist eine aktive Kühlung der Reibschicht allerdings nicht nötig, da aufgrund der lediglich lokalen Erhitzung die Wärmeabfuhr aus den erhitzten Bereichen ausreichend schnell erfolgen kann.

[0026] Für die effiziente Härtung von Bremsscheiben üblicher Größe ist bevorzugt vorgesehen, dass die Breite des Laserstrahls, auf der Oberfläche der Reibschicht gemessen, 5 bis 50 mm, besonders bevorzugt 20 bis 35 mm, beträgt.

[0027] Besonders gute Ergebnisse des erfindungsgemäßen Härtingsverfahrens werden erzielt, wenn, wie bevorzugt vorgesehen ist, bereits in einem ersten Arbeitsgang mit dem Laserstrahl bearbeitete Bereiche der Oberfläche der Reibschicht in einem zweiten Arbeitsgang erneut von dem Laserstrahl bearbeitet werden. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der Laserstrahl im zweiten Arbeitsgang mit den im ersten Arbeitsgang bearbeiteten Bereichen der Reibschicht überlappt. Beim Laserhärten wird üblicherweise die Mitte der bearbeiteten Fläche besonders gut gehärtet, während die Randbereiche der bearbeiteten Fläche weniger gut gehärtet werden. Um zu vermeiden, dass dieser Effekt zu einer inhomogenen Härtung der Reibschicht führt, kann der Randbereich erneut dem Laserstrahl ausgesetzt werden, wodurch die Härtung in diesem Bereich verbessert wird. Die Überlappung kann bspw. 10% bis 50%, bevorzugt 20% bis 40%, der Breite des Laserstrahls bzw. der durch den Laserstrahl bearbeiteten Oberfläche der Reibfläche betragen. Hierbei werden also, wenn die Breite des Laserstrahls zwischen erstem und zweitem Arbeitsgang unverändert bleibt, 10% bis 50%, bzw. 20% bis 40%, der Breite der im ersten Arbeitsgang bearbeiteten Fläche in einem zweiten Arbeitsgang erneut bearbeitet. Dies ermöglicht eine ausreichende Härtung auch in den Randbereichen bei gleichzeitig möglichst geringer Reduzierung der Bearbeitungsgeschwindigkeit.

[0028] Besonders einfach kann bei einer mäanderförmigen oder einer spiralförmigen Bearbeitung eine Überlappung erfolgen.

[0029] Die Erfindung betrifft weiters einen Reibring, hergestellt nach einem erfindungsgemäßen Verfahren. Der Reibring weist hierbei zumindest eine gehärtete Reibschicht auf. Bevorzugt weist der Reibring zwei an gegenüberliegenden Flächen des Reibringes ausgebildete Reibschichten auf.

[0030] Die Erfindung betrifft weiters eine Bremsscheibe, umfassend einen nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Reibring. Der Reibring kann bspw. mit einem Halteelement verbunden sein, das bevorzugt in einer zentralen Öffnung des Reibringes angeordnet ist.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigt Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Bremsselement, Fig. 2 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Härtung eines Reibringes in einer Seitenansicht, Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Reibringes während eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Draufsicht, Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Reibringes während eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens in einer Draufsicht, Fig. 5 ein erstes Diagramm der Härteverteilung in einem erfindungsgemäßen Reibring und Fig. 6 ein zweites Diagramm der Härteverteilung in einem erfindungsgemäßen Reibring.

[0032] In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Bremsscheibe 1 dargestellt, umfassend einen Reibring 2 und ein Halteelement 3. Der Reibring 1 weist eine beidseitig ausgebildete Reibschicht 4 auf. Im Betrieb während eines Bremsvorganges wirkt die Reibschicht 4 mit einem Bremsbelag, bspw. Bremsklötzen zusammen, um die sich bewegende Bremsscheibe 1 abzubremesen. Bei dieser Ausbildung können Bremsbeläge an beiden Seiten des Reibringes 2 angeordnet sein, um beidseitig Druck auf die Bremsscheibe 1 auszuüben und dieses damit zu bremsen.

[0033] In Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Härten einer erfindungsgemäßen Reibschicht 4 des Reibringes 2 gezeigt. Der Reibring 2 ist hierbei bspw. als Grauguss ausgebildet. Ein Lasergerät 5 bearbeitet mit einem Laserstrahl 6 die Reibschicht 4 des Reibringes 2. Die Achse des Laserstrahls 6 verläuft senkrecht zur Oberfläche der Reibschicht 4. Die Reibschicht 4 hat bspw. eine Tiefe 7 (von der Oberfläche aus gemessen) von 0,6 mm. Durch den Laserstrahl 6 wird die Reibschicht 4 zumindest bis zu einer Tiefe 7 gehärtet, bspw. auf mindesten 600 HV. Hierdurch wird eine besonders harte Reibschicht 4 erzeugt, die sowohl weniger verschleißanfällig als auch weniger korrosionsanfällig ist und daher eine längere Lebensdauer aufweist.

[0034] In Fig. 3 ist schematisch ein Reibring 2 mit einer Reibschicht 4 in einer Draufsicht dargestellt, wobei ein Laserstrahl 6 entlang einer mäanderförmigen Bahn 8 über einen Teil der Reibschicht 4 des Reibringes 2 geführt wird. Entsprechend diesem Muster kann der Laserstrahl 6 über die gesamte Reibschicht 4 geführt werden. Da der Laserstrahl 6 auf der Oberfläche der Reibschicht 4 breiter ist als die dargestellte Bahn 8, kann die gesamte Reibschicht 4 wie dargestellt bearbeitet werden.

[0035] In Fig. 4 ist schematisch ein Reibring 2 mit einer Reibschicht 4 in einer Draufsicht dargestellt, wobei ein Laserstrahl 6 entlang einer spiralförmigen Bahn 8 über einen Teil der Reibschicht 4 des Reibringes 2 geführt wird.

[0036] In Fig. 5 ist ein erstes Diagramm der Härte eines erfindungsgemäßen Reibringes 2 im Bereich der Reibschicht 4 dargestellt. Auf der x-Achse 9 ist der Abstand von der Oberfläche der Reibschicht 4, also die Tiefe, aufgetragen, die von 0 bis 0,7 mm reicht. Auf der y-Achse 10 ist die Mikrohärtigkeit (HV_{0,05}) in einem Bereich von 200 bis 1000 HV aufgetragen. Es ist ersichtlich, dass die Härte bis zu einer Tiefe 7 von ca. 0,56 mm konstant (weit) über 600 HV liegt, wobei Härtegrade von bis zu ca. 1.000 HV erreicht werden. Der Härteverlauf beginnt bei ca. 900 HV, die knapp unterhalb der Oberfläche gemessen sind. Anschließend steigt die Härte im Verlauf etwas an, um bei einer Tiefe von ca. 0,12 mm ein Minimum von ca. 700 HV zu erreichen. Daran anschließend steigt die Härte wieder in einen Bereich von ca. 900 HV bis 1.000 HV an, bis sie bei einer Tiefe

von mehr als 0,5 mm wieder weniger wird. Auf bzw. nahe der Oberfläche beträgt die Härte 910 HV, in einer Tiefe von 0,2 mm 920 HV und in einer Tiefe von 0,5 mm 960 HV. Bei diesem Beispiel wurde eine Reibschicht eines Reibringes aus Grauguss (EN GJL 150) mit einer Laserleistung von 6000 W und einer Scangeschwindigkeit des Lasers von 1,5 m/min gehärtet.

[0037] In Fig. 6 ist ein zweiter Härteverlauf eines erfindungsgemäßen Reibringes 2 im Bereich der Reibschicht 4 dargestellt. Der Härteverlauf startet bei knapp unterhalb der Oberfläche der Reibschicht ermittelten 600 HV, steigt bis auf ca. 1.000 HV an und fällt in einer Tiefe von ca. 0,43 wieder ab. Auch bei diesem Beispiel wird eine konstante Mikrohärtigkeit von mehr als 600 HV bis zu einer Tiefe von mehr als 0,5 mm erreicht. Auf bzw. nahe der Oberfläche beträgt die Härte 620 HV, in einer Tiefe von 0,2 mm 980 HV und in einer Tiefe von 0,5 mm 850 HV. Bei diesem Beispiel wurde eine Reibschicht eines Reibringes aus Grauguss (EN GJL 150) mit einer Laserleistung von 6000 W und einer Scangeschwindigkeit des Lasers von 1,5 m/min gehärtet.

[0038] Der Abstand zwischen der Front des Lasergerätes und der Oberfläche der Reibschicht 4 des Reibringes 2 betrug in den in Fig. 5 und Fig. 6 gezeigten Beispielen jeweils ca. 250 mm. Bei der Härtung gemäß Fig. 5 wurde lediglich eine Laserbahn genutzt, während bei der Härtung gemäß Fig. 6 eine Überlappung hergestellt wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Härten eines Reibringes (2), bei welchem in einem ersten Schritt ein Reibring (2) bereitgestellt wird, der eine Reibschicht (4) aufweist, wobei in einem zweiten Schritt mit Hilfe eines Lasers (5) ein Laserstrahl (6) über die gesamte Oberfläche der Reibschicht (4) geführt wird, wodurch die Reibschicht (4) gehärtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reibring aus einem Grauguss EN GJL 150 hergestellt ist, dass der Laserstrahl (6) mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 100 m/min über die Oberfläche der Reibschicht (4) geführt wird und dass die Leistung des Lasers (5) während der Bearbeitung der Oberfläche der Reibschicht (4) 4000 bis 7000 Watt beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahl (6) mäanderförmig über die Oberfläche der Reibschicht (4) geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reibschicht (4) in einem dritten Schritt gekühlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Breite des Laserstrahls (6), auf der Oberfläche der Reibschicht (4) gemessen, 5 bis 50 mm beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass bereits in einem ersten Arbeitsgang mit dem Laserstrahl (8) bearbeitete Bereiche der Oberfläche der Reibschicht (4) in einem zweiten Arbeitsgang erneut von dem Laserstrahl (8) bearbeitet werden.
6. Reibring, hergestellt gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.
7. Bremsscheibe, umfassend einen Reibring nach Anspruch 6.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

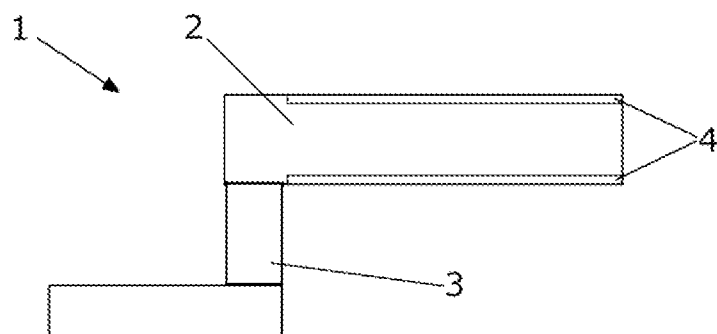


Fig. 1

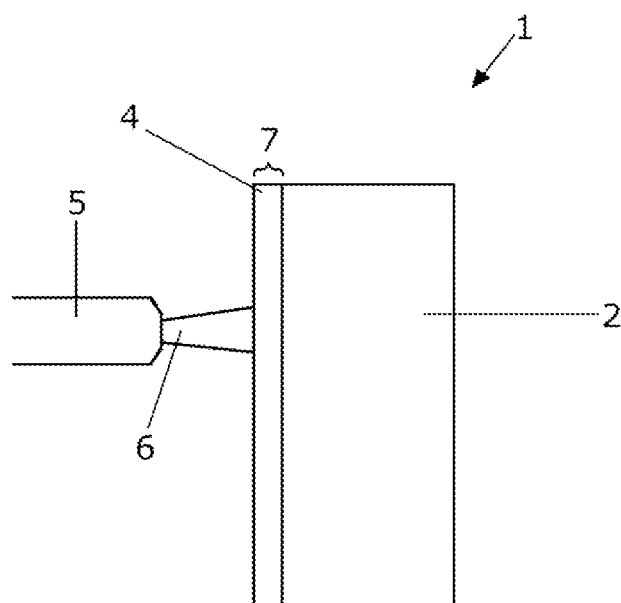


Fig. 2

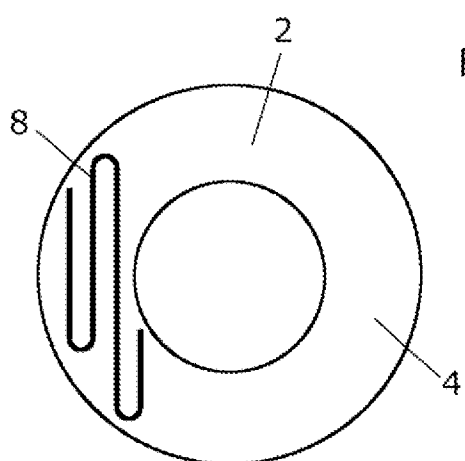


Fig. 3

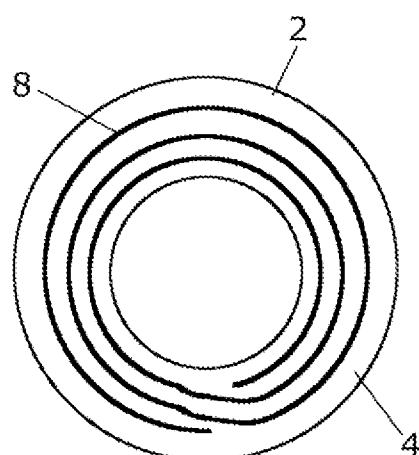


Fig. 4

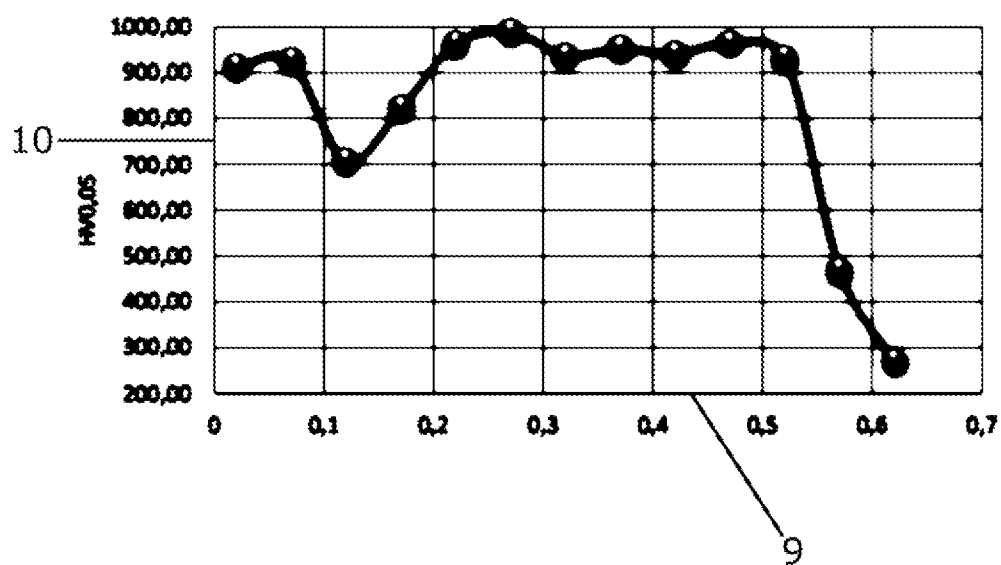


Fig. 5

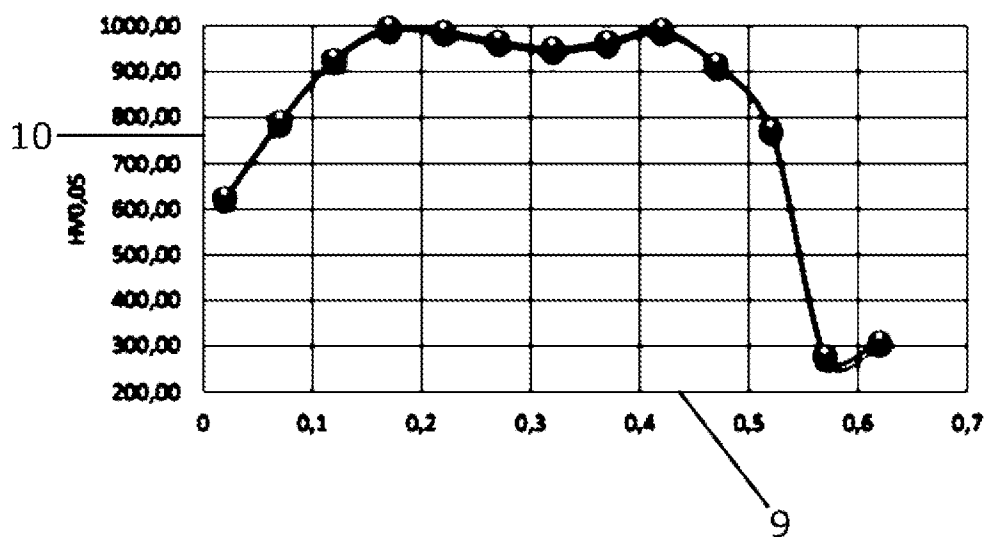


Fig. 6