

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 982 408 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09

(51) Int. Cl.⁷: **C21D 11/00, C21D 9/30**

(21) Anmeldenummer: **99114781.0**

(22) Anmeldetag: **28.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Hausmann, Norbert
80809 München (DE)**

(30) Priorität: **28.08.1998 DE 19839181**

(54) **Verfahren zur Randschicht-Verfestigung eines metallenen Bauteiles mittels eines gepulsten Lasers**

(57) Ein Verfahren zur Randschicht-Verfestigung eines metallenen Bauteiles mittels eines gepulsten Lasers zur Erzeugung werkstoffverfestigender Schockwellen findet vorteilhaft dadurch Verwendung, daß ein Radenübergang in/an einer Maschinenwelle mittels laserinduzierter Schockwellen verfestigt wird.

EP 0 982 408 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf ein Verfahren zur Randschicht-Verfestigung eines metallenen Bauteiles mittels eines gepulsten Lasers, mit dessen Lichtpulsen an der Oberfläche des Bauteiles durch Ablation in der Bauteil-Randschicht werkstoffverfestigende Schockwellen induziert werden.

[0002] Zur Festigkeitssteigerung von Radienübergängen an Wellen sind sowohl thermische Verfahren wie z.B. Induktionshärten, Laserhärten etc., ferner thermochemische Verfahren wie Nitrieren, Einsatzhärten etc. und mechanische Verfahren wie Festwalzen und Kugelstrahlen bekannt. Dabei wird die Festigkeit bzw. Härte der Randschicht erhöht, wobei Druckeigenspannungen durch Gefügeumwandlungen, Einlagerung von Fremdatomen bzw. mechanische Deformationen eingebracht werden.

[0003] Die thermischen und thermochemischen Verfahren sind kostenintensiv aufgrund der benötigten Härteanlagen, wie dies beispielsweise aus der DE 42 37 484 A1 hervorgeht, die ein Verfahren zum Umschmelzen einer Werkstückoberfläche eines Nockens oder einer Kurbelwelle mittels eines Laser beschreibt und zeigt. Weiter nachteilig ist, daß der mit dem thermischen Verfahren verbundene Verzug der Wellen mechanisch beseitigt werden muß. Weiterhin können thermisch empfindliche Werkstoffe mit diesen Verfahren nicht behandelt werden.

[0004] Bei den o.g. mechanischen Verfahren sind Werkstoffüberstände erforderlich zur gewünschten Verformung. Beim Festwalzen, welches i. w. bei rotations-symmetrischen Teilen Anwendung findet, sind zusätzlich Ein- bzw. Hinterstiche an den Radien erforderlich, um den während des Festwalzens auftretenden Materialaufwurf zu beherrschen. Durch Kugelstrahlen können Eigenspannungen bis ca. 500 µm Tiefe eingebracht werden, wobei die Rauhtiefe der Oberfläche durch die Strahlbehandlung wesentlich erhöht wird.

[0005] Allgemein wird angestrebt, einen Oberflächenbereich und darunterliegende Werkstoffschichten eines Bauteiles gezielt so zu beeinflussen, daß im Werkstoff Druckeigenspannungen aufgebaut werden und diese vorgespannten Werkstückbereich bei einer Beanspruchung entgegengesetzt zur erzeugten Vorspannung entsprechend höher belastbar sind.

[0006] Aus der DE 39 05 551 C3 ist ein Verfahren zur Verfestigung der Oberfläche in einem Radienübergang einer Kurbelwelle mittels eines Laser bekannt, wobei durch die Randschichtbehandlung mittels Modulation der Intensitätsverteilung des Laserstrahles über seinen Strahlquerschnitt senkrecht zur Strahlachse während der Bearbeitung des Werkstückes ein definiertes Vorspannungsprofil durch eine thermische Gefügeumwandlung erzeugt wird, wobei in dem Verfahren eine Umwandlungstemperatur für das Gefüge sowie eine kritische Abkühlgeschwindigkeit des Bauteiles an der

Umgebungsluft über die eingespeiste Energie ausbalanciert sind.

[0007] Weiter ist es aus der Lasertechnik bekannt, mittels Schockhärten durch Laser Druck-Eigenspannungen in der Oberfläche eines Bauteiles zu erzeugen und dieses damit zu verfestigen. Ein derartiges Verfahren, wie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegeben, ist aus der DE-Fachzeitschrift "Laser-Praxis" vom Juni 1997 auf den Seiten 30 mit 32 unter dem Titel "Alu-Oberflächen veredeln" bekannt. Wie ab der letzten Spalte auf Seite 31 näher beschrieben, lassen sich durch Hintereinanderschaltung mehrerer Excimerlaser in einer Oszillator-Verstärker-Anordnung kurze intensive Lichtpulse hoher Pulsenergie erzeugen. Diese bewirken bei wiederholter Bestrahlung senkrecht zur Bauteiloberfläche die Ausbildung von Druckeigenspannungen durch Verfestigung in der Oberfläche. Hierdurch ergibt sich eine Steigerung der Dauerfestigkeit solcher behandelte Bauteile.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für dieses bekannte Verfahren mit vorteilhaft geringster Temperaturerhöhung eine Anwendung für ein Bauteil aufzuzeigen, das durch gesteigerte Wärmezufuhr besonders verzugsgefährdet ist mit dem Nachteil einer kostenintensiven Nacharbeit.

[0009] In überraschend vorteilhafter Weise eignet sich das bekannte Verfahren dazu, einen Radienübergang in/an einer Maschinenwelle mittels laserinduzierter Schockwellen zu verfestigen.

[0010] Die erfindungsgemäße Anwendung des bekannten Verfahrens ergibt den Vorteil einer gesteigerten dynamischen Beanspruchbarkeit der Maschinenwelle, insbesondere einer Kurbelwelle für eine Hubkolbenmaschine. Weiter können auch Maschinenwellen aus thermisch empfindlichen Werkstoffen vorteilhaft verfestigt werden. Ferner entfällt durch einen unwesentlichen Verzug der Maschinenwelle eine aufwendige Nachbearbeitung. Weiter ermöglicht die erfindungsgemäße Anwendung eine additive Härtesteigerung von gehärteten Bauteilen. Schließlich vereinfacht sich die Bauteilgestaltung im Bereich des Radienüberganges durch Fortfall eines Ein- bzw. Hinterstiches. Schließlich kann das Verfahren ohne großen Aufwand in eine Fertigungslinie integriert werden.

[0011] Die Erfindung ist im folgenden beschrieben. Bei dem Verfahren zur Randschicht-Verfestigung eines metallenen Bauteiles mittels eines gepulsten Lasers werden mit dessen Lichtpulsen an der Oberfläche des Bauteiles durch Ablation in der Bauteil-Randschicht werkstoffverfestigende Schockwellen induziert.

[0012] Erfindungsgemäß findet das Verfahren Anwendung zur Verfestigung eines Radienüberganges in/an einer Maschinenwelle mittels laserinduzierter Schockwellen.

[0013] Bei diesem Laser-Impuls-Verfestigungs-Verfahren lassen sich Randschichten bis in eine Tiefe von einigen Millimetern verfestigen. Die Verfestigung basiert auf der Erzeugung von Versetzungen und/oder Zwillin-

gen im behandelten Werkstoff der Randschicht durch die laserinduzierten Schockwellen, die durch eine direkte oder beschränkte Ablation erzeugt werden können. Die Laserstrahlung wird in bekannter Weise vom Werkstoff absorbiert, wodurch ein Plasma erzeugt wird, 5
welches sich bei der beschränkten Ablation aufgrund einer Deckschicht nicht ungehindert ausbreiten kann. Durch den Überdruck infolge der Plasmabildung kommt es zur Ausbildung von Schockwellen, welche sich in den Werkstoff ausbreiten und zur Erzeugung von Ver- 10
setzungen und/oder Zwillingen führen.

[0014] Bei dem Verfahren werden durch die Laserimpulse mikroskopisch kleine Teile der Randschicht verdampft, wobei mit dem dabei entstehenden Überdruck Schockwellen erzeugt werden, die der mechanischen 15
Verfestigung des Werkstoffes unter der Bauteiloberfläche dienen. Vorteilhaft ist hierbei, daß das Bauteil keine merkliche Temperaturerhöhung erfährt, so daß auch thermisch empfindliche Werkstoffe wie z.B. ausscheidungshärtende Legierungen verfestigt werden können. 20

[0015] Das Verfahren findet bevorzugt Anwendung bei einer Kurbelwelle einer Hubkolbenmaschine, insbesondere Brennkraftmaschine.

[0016] Als bevorzugter Werkstoff für eine derartige Kurbelwelle ist ein niedrig legierter Einsatzstahl wie z.B. 25
10MnB6 vorgesehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Randschicht-Verfestigung eines 30
metallenen Bauteiles mittels eines gepulsten Lasers,
 - mit dessen Lichtpulsen an der Oberfläche des Bauteiles durch Ablation in der Bauteil-Rand- 35
schicht werkstoffverfestigende Schockwellen induziert werden,
dadurch gekennzeichnet,
 - daß ein Radienübergang in/an einer Maschinenwelle mittels laserinduzierter Schockwellen 40
verfestigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Anwendung bei einer Kurbelwelle einer Hubkol- 45
benmaschine.
3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Anwendung bei einer Kurbelwelle aus niedrig 50
legiertem Einsatzstahl wie 10MnB6.

50

55