



BUNDESPATENTGERICHT

Verkündet am
21. Januar 2013

11 W (pat) 25/06

...

(Aktenzeichen)

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

...

betreffend die Patentanmeldung 10 2004 033 342.4

hat der 11. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 21. Januar 2013 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr.-Ing. Höchst sowie der Richter v. Zglinitzki, Dr.-Ing. Fritze und Dipl.-Ing. Univ. Fetterroll

beschlossen:

Die Beschwerde wird zurückgewiesen.

Gründe

I.

Die Prüfungsstelle für Klasse C22F des Deutschen Patent- und Markenamts hat durch Beschluss vom 10. Mai 2006 die am 9. Juli 2004 eingereichte Patentanmeldung 10 2004 033 342.4 mit der Bezeichnung

"Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Titan-Legierungen und damit hergestellte Bauteile"

wegen mangelnder erfinderischer Tätigkeit zurückgewiesen.

Im Zurückweisungsbeschluss ist Bezug genommen worden auf die Druckschriften

- 1 EP 0 829 325 B1
- 2 DE 39 37 526 C2
- 3 DE 39 17 211 A1
- 4 EP 0 697 503 A1
- 5 A. Böge (Hrsg.), „Das Techniker Handbuch“, Verlag Vieweg und Sohn, Braunschweig (1999), 15. Aufl., S. 496-499.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die Beschwerde der Anmelderinnen.

Nach Zwischenverfügungen des Senats vom 15. November 2011, 15. Mai 2012 und 30. Juli 2012, in denen auf die bereits im Prüfungsverfahren berücksichtigten Druckschriften

- 6** EP 0 491 075 B1 und
- 12** Kaspar, J.; Luft, A.; Bonß, S.; Brenner, B.: „Untersuchung der Mikrostruktur der Legierung Ti-6Al-4V nach dem Lasergasnitrieren mit unterschiedlichen Stickstoffgehalten“, Konferenzbeitrag zur Tagung Nitrieren, 2002, Aachen, Fraunhofer IWS

sowie die weitere Druckschrift

- 13** Kaspar, J.; Luft, A.; Bonß, S.; Winderlich, B.; Brenner, B.: „Mikrostrukturelle Charakterisierung eigenschaftsdegradierender Mechanismen während der Schnellerwärmung und -abkühlung beim Lasergaslegieren von Titanwerkstoffen“; in Sepold, G.; Wagner, F.; Tobolski, J.: Kurzzeitmetallurgie. Handbuch zum Abschlusskolloquium des DFG-Schwerpunkts. Bremen: BIAS, 2002, S. 153-162

Bezug genommen wurde, beantragen die Beschwerdeführerinnen,

den angefochtenen Beschluss des Patentamts aufzuheben und das Patent mit den Patentansprüchen 1 bis 20 vom 7. Januar 2013,

hilfsweise das Patent mit den Patentansprüchen 1 bis 19 nach Hilfsantrag 1 vom 7. Januar 2013,

weiter hilfsweise das Patent mit den Patentansprüchen 1 bis 18 nach Hilfsantrag 2 vom 7. Januar 2013,

weiter hilfsweise das Patent mit den Patentansprüchen 1 bis 18 nach Hilfsantrag 3 vom 7. Januar 2013

sowie mit einer noch anzupassenden Beschreibung und den ursprünglich eingereichten Zeichnungen zu erteilen.

Sie vertreten die Auffassung, dass der Gegenstand des nach dem Hauptantrag geltenden Patentanspruchs 1 oder zumindest die Gegenstände eines der Patentansprüche 1 nach den Hilfsanträgen 1 bis 3 neu und erfinderisch und daher patentierbar seien.

Der geltende Anspruch 1 nach dem Hauptantrag lautet:

„Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Titan-Legierungen durch Lasergaslegieren, bei dem Stickstoff, mit einem Volumenanteil V_N im Bereich $1\% \leq V_N \leq 15\%$, einem Inertgas als Arbeitsgasgemisch, unter Einsatz einer Schutzgasglocke mit Gasmischstation, zugeführt und die Titan-Legierung an der Oberfläche in einer Einwirkzone mit einem Laser-, einer non-vac-Elektronenstrahlanlage oder einem Plasmabrenner geschmolzen wird, in der Schmelze Stickstoff gelöst wird, wobei ein(e) Konzentration/ Partialdruck des Reaktionsgases eingehalten wird, bei der/dem nach der Erstarrung interstitiell gelöster Stickstoff in einer Randschicht in einer Konzentration enthalten ist, bei der keine nitridischen Titan-Phasen entstehen und der Volumenanteil an dem zugeführten Stickstoff unter Berücksichtigung des Spurüberlappungsgrades \bar{u} gewählt wird und dabei bei höheren Spurüberlappungsgraden niedrigere Stickstoffgehalte eingestellt werden und/oder die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen an dem Bauteil sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung ent-

sprechend, durch niedrigere Stickstoffgehalte bei erhöhten zyklischen Belastungen und geringerer Verschleißbelastung angepasst wird.“

Der Anspruch 1 nach dem Hilfsantrag 1 lautet:

„Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Titan-Legierungen durch Lasergaslegieren, bei dem Stickstoff, mit einem Volumenanteil V_N im Bereich $1\% \leq V_N \leq 5\%$, einem Inertgas als Arbeitsgasgemisch, unter Einsatz einer Schutzgasglocke mit Gasmischstation, zugeführt und die Titan-Legierung an der Oberfläche in einer Einwirkzone mit einem Laser, einer non-vac-Elektronenstrahlanlage oder einem Plasmabrenner geschmolzen wird, in der Schmelze Stickstoff gelöst wird, wobei ein(e) Konzentration/ Partialdruck des Reaktionsgases eingehalten wird, bei der/dem nach der Erstarrung interstitiell gelöster Stickstoff in einer Randschicht in einer Konzentration enthalten ist, bei der keine nitridischen Titan-Phasen entstehen und der Volumenanteil an dem zugeführten Stickstoff unter Berücksichtigung des Spurüberlappungsgrades \bar{u} gewählt wird und dabei bei höheren Spurüberlappungsgraden niedrigere Stickstoffgehalte eingestellt werden und/oder die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen an dem Bauteil sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung entsprechend, durch niedrigere Stickstoffgehalte bei erhöhten zyklischen Belastungen und geringerer Verschleißbelastung angepasst wird.“

Der Anspruch 1 nach dem Hilfsantrag 2 lautet:

„Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Titan-Legierungen durch Lasergaslegieren, bei dem Stickstoff, mit einem Volumenanteil VN im Bereich $1\% \leq VN \leq 15\%$, einem Inertgas, als Arbeitsgasgemisch, unter Einsatz einer Schutzgasglocke mit Gasmischstation, zugeführt und die Titan-Legierung an der Oberfläche in einer Einwirkzone mit einem Laser, einer non-vac-Elektronenstrahlanlage oder einem Plasmabrenner geschmolzen wird, in der Schmelze Stickstoff gelöst wird, wobei ein(e) Konzentration/ Partialdruck des Reaktionsgases eingehalten wird, bei der/dem nach der Erstarrung interstitiell gelöster Stickstoff in einer Randschicht in einer Konzentration enthalten ist, bei der keine nitridischen Titan-Phasen entstehen und der Volumenanteil an dem zugeführten Stickstoff unter Berücksichtigung des Spurüberlappungsgrades \bar{u} gewählt wird und/oder die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen an dem Bauteil sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung entsprechend angepasst wird und die gaslegierte Randschicht nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur mechanisch durch Gleitschleifen, Schleifen und/oder Polieren geglättet und nach dem mechanischen Glätten ein Spannungsarmglühen bei einer Temperatur T_{SR} mit $300^{\circ}\text{C} \leq T_{SR} \leq 620^{\circ}\text{C}$ und einer Zeitdauer t_{SR} von $1\text{h} \leq t_{SR} \leq 10\text{h}$ angeschlossen wird.“

Der Anspruch 1 nach dem Hilfsantrag 3 lautet:

„Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Titan-Legierungen durch Lasergaslegieren, bei dem Stickstoff, mit einem Volumenanteil VN im

Bereich $1\% \leq V_N \leq 15\%$, einem Inertgas, als Arbeitsgasgemisch, unter Einsatz einer Schutzgasglocke, zugeführt und die Titan-Legierung an der Oberfläche in einer Einwirkzone mit einem Laser, einer non-vac-Elektronenstrahlanlage oder einem Plasmabrenner geschmolzen wird, in der Schmelze Stickstoff gelöst wird, wobei ein(e) Konzentration/Partialdruck des Reaktionsgases eingehalten wird, bei der/dem nach der Erstarrung interstitiell gelöster Stickstoff in einer Randschicht in einer Konzentration enthalten ist, bei der keine nitridischen Titan-Phasen entstehen und der Volumenanteil an dem zugeführten Stickstoff unter Berücksichtigung des Spurüberlappungsgrades \bar{u} gewählt wird und dabei bei höheren Spurüberlappungsgraden niedrigere Stickstoffgehalte eingestellt werden und/oder die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung entsprechend an dem Bauteil, durch niedrigere Stickstoffgehalte bei erhöhten zyklischen Belastungen und geringerer Verschleißbelastung, angepasst wird und die gaslegierte Randschicht nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur mechanisch durch Gleitschleifen, Schleifen und/oder Polieren geglättet und nach dem mechanischen Glätten ein Spannungsarmglühen bei einer Temperatur T_{SR} mit $300^\circ\text{C} \leq T_{SR} \leq 620^\circ\text{C}$ und einer Zeitdauer t_{SR} von $1\text{h} \leq t_{SR} \leq 10\text{h}$ angeschlossen wird.“

Diesen Ansprüchen sind die Ansprüche 2 bis 11, 2 bis 10, 2 bis 9 bzw. 2 bis 9 nachgeordnet, deren Wortlaut dem Schriftsatz der Beschwerdeführerinnen vom 7. Januar 2013 zu entnehmen ist. Das geltende Patentbegehren umfasst außerdem auf ein verschleißbeständiges und ermüdungsresistentes Bauteil aus einer Titanlegierung, hergestellt mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und dessen Ausgestaltung gerichtete Ansprüche 12 bis 20 gemäß Hauptantrag, 11 bis 19 gemäß Hilfsantrag 1, 10 bis 18 gemäß Hilfsantrag 2 sowie 10 bis 18 gemäß Hilfsantrag 3. Zu deren Wortlaut wird ebenfalls auf den Schrift-

satz der Beschwerdeführerinnen vom 7. Januar 2013 Bezug genommen. Zu den weiteren Einzelheiten wird auf die Gerichtsakte verwiesen.

II.

Die zulässige Beschwerde ist nicht begründet.

In der Beschreibung der Patentanmeldung wird ausgeführt, die Anmeldung betreffe die Randschichtveredelung von Funktionsbauteilen und dabei insbesondere ein Verfahren zur Herstellung von verschleißbeständigen und ermüdungsresistenten Randschichten in Ti-Legierungen und auf damit hergestellte Bauteile (S. 1, Z. 7 bis 9 in den ursprünglichen Unterlagen). Objekte, bei denen ihre Anwendung möglich und zweckmäßig sei, seien verschleißbelastete Bauteile, die daneben auch einer hohen zyklischen Belastung unterworfen seien, beispielsweise Turbinenschaufeln aus dem Niederdruckbereich von Dampfturbinen. Titan und seine Legierungen seien dafür prädestiniert, aber nicht sehr verschleißbeständig. Verfahren zur Verbesserung der Verschleißbeständigkeit durch Lasergaslegieren seien bekannt, z. B. aus H.W. Bergmann „Thermochemische Behandlung von Titan...“, ZWerkstoff., 16, (1985), 392-405, Anwendungen dieser Technologie aus DE 39 17 211 A1 und EP 0 491 075 B1. Dabei werde im Zuge einer Laserstrahlbehandlung der geschmolzenen Randschicht des Werkstücks ein entsprechend chemisch zusammengesetztes Reaktionsgas in so einer Menge zugeführt, dass die im Gas enthaltenen Elemente in der Schmelze Boride, Carbide oder Nitride des Titans bildeten. Mängel des Verfahrens seien die begrenzte Tiefe der auf diese Weise veredelten Randschicht und die geringe zyklische Belastbarkeit. Darüber hinaus sei das heterogen aufgebaute Gefüge anfällig für Mikrorisse, so dass keine hohen Dauerschwingfestigkeiten erreicht würden. Zur Verbesserung der Dauerschwingfestigkeit unter Beibehaltung der Verschleißbeständigkeit sei es aus EP 0 697 503 A1 bekannt, nach dem Lasergaslegieren nachträglich eine kombinierte Wärmebehandlung und anschließend eine Kugelstrahlbehandlung anzu-

schließen. Ein Mangel dieses Verfahrens sei, dass Verbesserungen nur an polierten Proben oder neuen Schaufeln erreicht würden. Bei Tropfenschlagverschleiß, der die Oberfläche aufraut, steige die Kerbwirkung, und die durch die Kugelstrahlbehandlung erreichten Druckeigenspannungen in der Randschicht würden abgebaut. Zudem könnten Mikrorisse wieder zutage treten. Das Verfahren setze zudem eine vanadiumhaltige Ti-Legierung voraus.

Die Aufgabe, die der Anmeldung zugrunde liegt, soll darin bestehen, ein Randschichtveredelungsverfahren anzugeben, das es gestattet, unabhängig von dem Vanadiumgehalt der Titanlegierung einen homogenen und zäh-harten Gefügezustand ohne die Anwesenheit von spröden Titanitrid-, -carbid oder -borid-Phasen einzustellen, eine sehr gute Beständigkeit gegenüber nicht-abrasiver [sic!], kavitativer oder Tropfenschlag-Verschleißbelastung zu erreichen und auch größere Schichtdicken als 1 mm ohne die Bildung von Mikrorissen zu realisieren (S. 6, Z. 21 bis 28).

Der mit der Lösung dieser Aufgabe befasste Fachmann ist ein Dipl.-Ing. der Werkstoffkunde oder des Maschinenbaus, der sich mit Oberflächentechnik befasst und über langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Gaslegierungsverfahren mittels Laserstrahlen oder anderer energiereicher Strahlen verfügt.

Die Beschwerdeführerinnen sehen die Lösung des Problems vor allem in einem Verfahren, welches so geführt wird, dass dabei im Gegensatz zum bekannten Stand der Technik keine Ti-Karbide etc. entstehen, sondern nach der Erstarrung die das Gas bildenden Elemente interstitiell gelöst sind und ein feinkörniges Gefüge aus α - und β -Titankörnern in fein gemischter Anordnung entsteht.

A. Die Zulässigkeit der Ansprüche nach dem Hauptantrag und der nach den Hilfsanträgen geltenden Ansprüche wird hier unterstellt, denn die jeweiligen Anspruchsgegenstände sind nicht patentfähig.

1. Dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 in der nach dem Hauptantrag geltenden Fassung liegt keine erfinderische Tätigkeit zugrunde, da es dem Fachmann aus dem Stand der Technik, der sich aus den Dokumente **12** und **6** ergibt, nahe gelegt ist.

Die Beschwerdeführerinnen haben ausgeführt, bei ihrem Anmeldungsgegenstand komme es darauf an, dass an Bauteilen einer Titanlegierung Randschichten erhalten werden können, die sowohl eine hohe Verschleißbeständigkeit wie auch eine hohe Dauerschwingfestigkeit aufweisen. Aus dem Dokument **12** und auch dem weiteren Stand der Technik gehe nicht hervor, dass die gewünschte Kombination an erreichbarer Verschleißbeständigkeit und Dauerschwingfestigkeit mit den reduzierten Anteilen an Stickstoff unterhalb von 15 Vol.-% erreicht werden kann. Aus diesem Stand der Technik gehe gleichfalls nicht hervor, dass ein Zusammenhang zwischen der Spurüberlappung und dem jeweils zu wählenden Stickstoffanteil ausgenutzt werden kann. Dies betreffe auch den Sachverhalt, dass die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen an dem Bauteil sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung entsprechend angepasst werden soll. Dem kann zwar insoweit zugestimmt werden, dass eine explizite oder anderweitig unmittelbare Offenbarung dieser Maßnahmen in Druckschrift **12** nicht gegeben ist, der Senat kommt jedoch zu dem Ergebnis, dass die von den Beschwerdeführerinnen aufgezeigten Unterschiede naheliegende Maßnahmen darstellen.

Die Druckschrift **12** betrifft die Untersuchung der Mikrostruktur der Legierung Ti-6Al-4V nach dem Lasergasnitrieren mit unterschiedlichen Stickstoffgehalten. Anlass der Studie sind Wissenslücken, die die Anwendung des Lasergaslegierens bei industriellen Verfahren zur Herstellung von insbesondere zyklisch beanspruchten Bauteilen ergeben. Zum damals zugrundegelegten Stand der Technik wird ausgeführt, das Lasergasnitrieren biete die Möglichkeit, die in der Regel unzureichende Beständigkeit gegen Gleit-, Abrasiv- und Oszillationsverschleiß zu verbessern. Mit der in Druckschrift **12** offenbarten Untersuchung solle ein Beitrag

zur Lösung des Problems geleistet werden, dass das Lasergasnitrieren mit hohem Stickstoffgehalt zur Rissbildung und zum Abfall der Dauerfestigkeit führt (vgl. Abschnitt 1, Einleitung). Die Oberflächenbearbeitung von Ti-6Al-4V-Legierungsblechen (vgl. Abschnitt 2.1 Proben und Laserbearbeitung, erster Absatz) erfolgt dort unter Bedingungen, die das Verfahren gemäß Anspruch 1 ebenfalls vorsieht. Zum Einsatz kommt Prozessgas mit Stickstoffanteilen zwischen 0% und 80% (vgl. Abschnitt 2.1, Experimentelles, letzter Abs.). Als von besonderem Interesse erweisen sich u. a. die Ergebnisse, die aus Versuchen mit Prozessgasen mit einem Anteil zwischen 0 und 20% Stickstoff resultieren (vgl. Abschnitt 3.1, Oberflächenmorphologie und Härte i. V. m. Abb. 2 sowie Abschnitt 3.2, zweiter und dritter Absatz). Der von den Beschwerdeführerinnen als mitpatentbegründend beanspruchte Volumenanteil V_N im Bereich $1\% \leq V_N \leq 15\%$ liegt innerhalb dieses Werte-Intervalls und zählt somit bereits zum Offenbarungsumfang der Druckschrift **12**. In weiterer Übereinstimmung mit dem anspruchsgemäßen Verfahren wird dort die Bearbeitung unter Einsatz einer Schutzgasglocke mit Gasmischstation durchgeführt und die Titan-Legierung an der Oberfläche in einer Laserstrahlanlage geschmolzen (vgl. Abschnitt 2.1 Proben und Laserbearbeitung, zweiter Absatz). Die Abbildungen 3c und 3d dokumentieren Ergebnisse der metallographischen Untersuchung der Randzone des Materials. Sie zeigen, dass bis zu einem Stickstoffanteil von etwa 20% die martensitische Umwandlung unterdrückt wird und sich noch keine neuen Phasen bilden. Demzufolge ist der Stickstoff, der zuvor in der Schmelze gelöst vorgelegen haben muss, nach der Erstarrung der Schmelze in den Kristallgittern der α -Titan- sowie β -Titan-Körner interstitiell gelöst. Die Konzentrationen/Partialdrücke des Reaktionsgases, bei denen noch keine nitridischen Phasen in der Randschicht entstehen, sind folglich bekannt.

Die Erkenntnis, dass mit Stickstoffanteilen unterhalb von 15 Vol.-% sowohl verschleiß- als auch dauerfeste Randschichten erzielbar sind, erschließt sich einem Fachmann zumindest mittelbar aus weiteren Hinweisen in der Druckschrift **12**. Aus den Resultaten der Härtemessungen und metallographischen Untersuchungen ist zu folgern, dass Lasergaslegieren mit einem Arbeitsgas etwa der daraus bekann-

ten Zusammensetzung mit Stickstoffanteilen unter 20 Vol.-% der Weg zur Lösung der der Anmeldung zugrunde gelegten Aufgabe ist, denn die ermittelten Ergebnisse lassen erwarten, dass schon mit einer geringen Auflegierung mit Stickstoff gegenüber dem Grundmaterial jedenfalls eine Verfestigung des oberflächennahen Materials soweit eintritt, dass sie sich nachweislich sowohl auf die Verschleiß- als auch die Ermüdungsresistenz auswirkt. Abbildung 2 enthält zwar keine Härtemesswerte für diesen Bereich der Arbeitsgaszusammensetzung. Aus fachmännischer Sicht ist jedoch nichts anderes zu erwarten, als dass mit einer entsprechenden Erhöhung des Stickstoffanteils im Arbeitsgas eine im Vergleich zum Anlieferungszustand erhebliche, etwa proportionale Härtesteigerung in der Oberfläche eines mittels Lasergaslegierens bearbeiteten Werkstücks einhergehen wird. Lediglich zum Beleg, dass diese Erwartung sich tatsächlich erfüllt, wird verwiesen auf Druckschrift **13**, S. 160, Abb. 6, wo die Härtemessungen aus Druckschrift **12**, Abb. 2, mit Härtewerten, die sich nach der Lasergaslegierung mit Arbeitsgasen mit Stickstoffanteilen von 5 und 10 Vol.-% ergeben haben, komplettiert sind. Die vorveröffentlichten Untersuchungen offenbaren somit bereits u. a. das Resultat, dass sich schon geringe Stickstoffanteile im Prozessgas auf das Umwandlungsgefüge auswirken, wobei eine für Stickstoffgehalte von bis zu 20% nachgewiesene deutliche Härtezunahme überwiegend der Mischkristallhärtung infolge des im Gitter gelösten Stickstoffs zuzuschreiben ist (vgl. Abschnitt 3.2, Mikrostruktur, dritter Absatz). Andererseits kommt es oberhalb eines Stickstoffgehalts von 20% zu einer Gefügevergrößerung, und es bilden sich TiN_x -Phasen sowohl in globularer als auch plattenförmiger Morphologie aus (vgl. Abschnitt 3.2, Mikrostruktur, 3. Abs. i. V. m. Abb. 4). Daraus folgt zwangsläufig, dass mit Blick auf die Ermüdungsresistenz eine Stickstoffmengenbegrenzung auf Werte kleiner als 20 Vol.-% vorzunehmen ist, zumal schon aus Voruntersuchungen zu dem in Druckschrift **12** dokumentierten Experiment bekannt war, dass bereits unterhalb eines zur Nitridbildung führenden Stickstoffanteils die Dauerschwingfestigkeit lasergasnitrierter Ti-6Al-4V-Proben abfällt (vgl. Abschnitt 3.3, Mikro- und Makrorissbildung, erster Absatz, zweiter Satz).

Vor der Aufgabe, verschleißbeständige und ermüdungsresistente Randschichten durch Lasergaslegieren herzustellen, ist es dem Fachmann aufgrund dieses Hintergrundwissens folglich nahe gelegt, beim Lasergaslegieren einerseits eine Mindestmenge Stickstoff in die Randschicht einzubringen, damit sich überhaupt eine nennenswerte Härteerhöhung zur Verbesserung der Verschleiß- und Dauerfestigkeit einstellt; andererseits ist eine übermäßige Stickstoffeinbringung mit Blick auf die Ermüdungseigenschaften offensichtlich nachteilig, da sich TiNx-Phasen ungünstiger Morphologie ausbilden können. Ausgehend von dem in der Druckschrift **12** offenbarten Stand der Technik bedarf es somit lediglich weiterer fachmännischer Optimierungen zwischen Parametern, die sich gegenseitig beeinflussen, um zu dem im Anspruch 1 angegebenen Stickstoff-Anteilsbereich im Arbeitsgas zu gelangen, und keines erfinderischen Zutuns.

Das Merkmal, wonach der Volumenanteil an dem Arbeitsgas zugeführten Stickstoff unter Berücksichtigung des Spurüberlappungsgrades gewählt wird, ergibt sich zwar ebenfalls nicht wörtlich aus der Druckschrift **12**, es erschließt sich dem Fachmann jedoch aus S. 3, zweiter Absatz, wiederum aus dem darin Offenbarten. Dort ist ausgeführt, dass u. a. die Prozessparameter Spotgröße und Spurbstand in den vorangegangenen Untersuchungen im Hinblick auf Homogenität und Rissfreiheit der Schichten optimiert worden seien. Da bekanntlich die Spotgröße ein Maß für die Spurbreite der Einwirkzone des Lasers ist und sich aus der Spurbreite und dem Spurbstand zwangsläufig ein Spurüberlappungsgrad ergibt, schließt der Fachmann aus den Ausführungen in der Druckschrift **12**, dass auch bei dem dortigen Verfahren zu dessen Optimierung bereits gemäß dem in Rede stehenden Merkmal vorgegangen worden ist. Dass der Spurüberlappungsgrad maßgeblich für das Bearbeitungsergebnis beim Lasergaslegieren ist, weiß der Fachmann zudem aus der Druckschrift **6**, die sich mit Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel aus einer Titan-Basislegierung - ein Bauteil, das zweifellos sowohl Verschleiß- als auch Ermüdungsbeanspruchung unterliegt - befasst (vgl. Bezeichnung). Danach sollten beim Umschmelzlegieren mit einem Laser die eine Schutzschicht bildenden Spuren so gelegt werden, dass sich benachbarte Spuren defi-

niert überlappen, da dann ein besonders gutes Einlegieren der Legierungselemente gewährleistet ist (vgl. S. 4, Ansprüche 1, 2, 3 und 6). Dass ein Zusammenhang zwischen der Spurüberlappung und dem jeweils zu wählenden Stickstoffanteil im Arbeitsgas beim Lasergaslegieren von Titan-Legierungen besteht und entsprechend ausgenutzt werden kann, ist somit bekannt. Aus dem Stand der Technik ist dem Fachmann daher nahe gelegt, sein Augenmerk auf diese Einflussgröße zu richten und jeweils nach den Erfordernissen ebenfalls zu optimieren.

Das verbleibende bei dem Verfahren gemäß dem nach dem Hauptantrag geltenden Anspruch 1 alternativ oder zusätzlich vorgesehene Merkmal, wonach die Randschichthärte entsprechend den lokalen Belastungsbedingungen sowie dem Verhältnis von Verschleiß zu zyklischer Belastung entsprechend angepasst wird, ist ebenfalls nahegelegt. Diese Maßnahme ist dem auf dem hier einschlägigen Fachgebiet des Laserlegierens tätigen Fachmann aus der Druckschrift **6**, S. 2, Z. 39 bis 49 i. V. m. S. 4, Z. 18 bis 23 (Anspruch 1) und S. 4, Z. 34 bis 36 (Anspruch 5), an sich bereits bekannt. Dort wird, wie bei dem Anmeldungsgegenstand, die Randschichthärte lediglich an den durch Erosion meistbeanspruchten Stellen des Bauteils erhöht und lokal begrenzt eine Schutzschicht gebildet (vgl. S. 4, Z. 9 bis 14). Da es zudem zum Grundwissen eines Werkstofffachmannes gehört, dass ein verschleißfestes Bauteil eine vergleichsweise harte Oberfläche haben muss, wogegen ein Bauteil, das erhöhte mechanische Wechselfestigkeit aufweisen soll, vergleichsweise zäh sein muss, betrifft auch das letzte im Anspruch 1 nach dem Hauptantrag genannte Merkmal lediglich die Umsetzung von Fachwissen.

2. Dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 in der nach dem Hilfsantrag 1 geltenden Fassung liegt keine erfinderische Tätigkeit zugrunde, da es dem Fachmann ebenfalls aus dem Stand der Technik nahe gelegt ist.

Der nach dem ersten Hilfsantrag geltende Anspruch 1 unterscheidet sich von der Fassung des Hauptantrags zunächst dadurch, dass der Bereich des Volumen-

teils des Stickstoffs in dem Arbeitsgasgemisch auf den Bereich $1\% \leq V_N \leq 5\%$ eingegrenzt ist. Des Weiteren enthält die Fassung des Anspruchs 1 nach dem Hilfsantrag 1 außer den übrigen im Anspruch 1 gemäß Hauptantrag angegebenen Merkmalen im letzten Merkmal eine Einfügung, wonach die Randschichthärte durch niedrigere Stickstoffgehalte bei erhöhten zyklischen Belastungen und geringerer Verschleißbelastung angepasst wird.

Dieses vorzusehen ist nicht erfinderisch. In der Druckschrift **12** wird bereits offenbart, dass beim Lasergasnitrieren mit Stickstoffanteilen im Arbeitsgas schon ab 5% sich eine durchgängig geschlossene TiN_x -Schicht an der Probenoberfläche bildet. Diese enthält zahlreiche feine Mikrorisse, die sich auch in die unterhalb der Schicht liegenden Materialbereiche ausbreiten, wodurch sie sich zu Makrorissen entwickeln (vgl. Abschnitt 3.3, Mikro- und Makrorissbildung, erster Abs.). Ein Fachmann zieht daraus den Schluss, dass mit Blick auf die Ermüdungsfestigkeit sicher mit Nachteilen zu rechnen ist, wenn der Stickstoffanteil im Arbeitsgas 5 Vol.-% übersteigt. Andererseits hat sich aus den vorveröffentlichten Untersuchungen - wie oben bereits ausgeführt ist - klar ergeben, dass gegenüber dem Anlieferungszustand sich die Oberflächenhärte des Werkstoffs schon durch Einlegieren kleiner Stickstoffmengen aus einem „verdünnten“ Arbeitsgas deutlich erhöht (vgl. Abb. 2 in Druckschrift **12** und Abb. 6 in Druckschrift **13**), womit eine wenn auch in geringerem Maße größere Verschleißfestigkeit einhergehen muss. Die Anpassung der Randschichthärte durch niedrigere Stickstoffgehalte, wenn das Bauteil erhöhten zyklischen Belastungen und geringeren Verschleißbelastungen ausgesetzt ist, stellt vor diesem Hintergrundwissen lediglich eine Maßnahme dar, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegt.

3. Dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 in der nach dem Hilfsantrag 2 geltenden Fassung liegt keine erfinderische Tätigkeit zugrunde, da es dem Fachmann gleichfalls aus dem Stand der Technik nahe gelegt ist.

Der nach dem zweiten Hilfsantrag geltende Anspruch 1 unterscheidet sich von der Fassung des Hauptantrags dadurch, dass sie anstelle des im Anspruch 1 nach dem Hilfsantrag 1 angegebenen Zusatz, wonach die Randschichthärte durch niedrigere Stickstoffgehalte bei erhöhten zyklischen Belastungen und geringerer Verschleißbelastung angepasst wird, die Merkmale enthält, wonach - erstens - die gaslegierte Randschicht nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur mechanisch durch Gleitschleifen, Schleifen und/oder Polieren geglättet und - zweitens - nach dem mechanischen Glätten ein Spannungsarmglühen bei einer Temperatur T_{SR} mit $300^{\circ}\text{C} \leq T_{SR} \leq 620^{\circ}\text{C}$ und einer Zeitdauer t_{SR} von $1\text{h} \leq t_{SR} \leq 10\text{h}$ angeschlossen wird.

Beide Merkmale stellen gängige Verfahrensweisen des Fachmanns dar.

Das mechanische Glätten von laserumgeschmolzenen oder lasergaslegierten Titanlegierungen ist eine übliche Maßnahme, die bereits die ein Verfahren zur Herstellung einer gehärteten Oberfläche bei Gelenkendoprothesen betreffende Druckschrift **3** lehrt (vgl. Sp. 1, Z. 41 bis 56). Gelenkendoprothesen sind zweifellos nicht nur auf Verschleiß beanspruchte Bauteile, sondern unterliegen auch mechanischen Wechselbeanspruchungen. In Anbetracht der der Anmeldung zugrundeliegenden Aufgabe besteht somit Veranlassung für den Fachmann, diese Druckschrift heranzuziehen und das daraus bekannte Verfahrensmerkmal, nach dem Erstarren die mit dem Laser aufgeschmolzene und legierte Oberflächenschicht mechanisch nachzubearbeiten um die erforderliche geringe Rauigkeit zu erzielen (vgl. Sp. 2, Z. 27 bis 38, Sp. 3, Z. 26 bis 30), ebenfalls vorzusehen.

Auf dem einschlägigen Fachgebiet der Titanlegierungen sind Wärmebehandlungen zum Ausgleich von Spannungen ebenfalls übliche Maßnahmen. Die Beschwerdeführerinnen haben in der mündlichen Verhandlung selbst eingeräumt, dass es aus dem Stand der Technik prinzipiell bekannt ist, eine Wärmebehandlung im Anschluss an die Randschichtbehandlung durchzuführen, und sie allein damit nicht die Erfindung begründe. Vorliegend sei aber zu berücksichtigen, dass

durch die gemäß dem Anspruch 1 vorgesehene Verfahrensweise der Eigenspannungszustand ohne wesentliche Änderungen am Gefüge verbessert werde und sich vorwiegend auf die Dauerschwingfestigkeit auswirke. Anders als die Beschwerdeführerinnen erkennt der Senat jedoch nichts Überraschendes darin, wenn durch ein Spannungsarmglühen nach einer mechanischen Bearbeitung eine Verbesserung der Dauerfestigkeit eintritt. Mechanisch den Werkstoff abtragende Bearbeitungen wie Schleifen etc. können bekanntlich rissausbreitungsfördernd Zugeigenspannungen in die oberflächennahen Bereiche des Werkstücks einbringen und damit die Dauerfestigkeit eines Bauteils herabsetzen. Spannungsarmglühen wirkt dem entgegen, so dass diese Maßnahme an sich auf der Hand liegt. Die für die jeweils eingesetzte Legierung dazu erforderlich einzuhaltenden Wärmebehandlungsparameter Glüh Temperatur und -zeit sind der einschlägigen Literatur entnehmbar. Der Fachmann kann somit ohne erfinderisches Zutun zu den im Anspruch angegebenen Bereichen gelangen.

4. Auch dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 in der nach dem Hilfsantrag 3 geltenden Fassung liegt keine erfinderische Tätigkeit zugrunde.

In dem nach dem dritten Hilfsantrag geltenden Anspruch 1 fassen die Anmelderinnen die in den Ansprüchen 1 nach dem Hauptantrag und dem Hilfsantrag 2 enthaltenen Merkmale zusammen. Diese sind dem Fachmann sämtlich aus dem sich aus den Dokumenten **12**, **6** und **3** ergebenden Stand der Technik an sich und hinsichtlich ihrer Wirkungen bekannt. Um Wiederholungen zu vermeiden wird auf die vorstehenden Ausführungen Bezug genommen. Die Zusammenführung der Merkmale ergibt lediglich zu erwartende Ergebnisse und liegt daher gleichfalls nahe.

B. Da die nach dem Hauptantrag und den Hilfsanträgen jeweils geltenden ersten Ansprüche nicht gewährt werden können, fehlt den hierauf rückbezogenen Unteransprüchen 2 bis 11, 2 bis 10, 2 bis 9 und 2 bis 9 sowie den auf ein verschleißbeständiges und ermüdungsresistentes Bauteil aus einer Titanlegierung, hergestellt

mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gerichteten Ansprüchen 12 bis 20 gemäß Hauptantrag, 11 bis 19 gemäß Hilfsantrag 1, 10 bis 18 gemäß Hilfsantrag 2 sowie 10 bis 18 gemäß Hilfsantrag 3 die Grundlage. Sie sind bereits deshalb nicht gewährbar, weil ein Patent nur im Rahmen der Antragsgesamtheit erteilt werden kann. Davon abgesehen hat die Prüfung der Gegenstände der nebengeordneten und der rückbezogenen Ansprüche ergeben, dass sie eigenständig ein Patent begründende Merkmale nicht zum Inhalt haben.

Dr. Höchst

v. Zglinitzki

Dr. Fritze

Fetterroll

Pr