



(11) **EP 2 065 477 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.06.2009 Patentblatt 2009/23

(51) Int Cl.:
C21D 10/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08019597.7**

(22) Anmeldetag: **10.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH
85521 Ottobrunn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lang, Roland, Dr.
85457 Wörth (DE)**
• **Reese, Eggert, Dr.
85667 Oberpframmern (DE)**
• **Steinwandel, Jürgen, Dr.
88690 Uhdingen-Mühlhofen (DE)**

(30) Priorität: **22.11.2007 DE 102007056502**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Aufbau von Eigenspannungen in einem metallischen Werkstück**

(57) Ein Verfahren zum Aufbau von Eigenspannung in einem metallischen Werkstück durch Laser Shock Peening enthält die Schritte:
- Aufbringen eines ersten Laserpulses an einem Behandlungsort des mit einer Oberflächenschicht bedeckten Werkstücks;

- Aufbringen eines zweiten Laserpulses an den Behandlungsort des Werkstücks, wobei der zweite Laserpuls zeitlich auf den ersten Laserpuls folgt; und
- Vorsehen einer Deckschicht über dem Behandlungsort während des Aufbringens der Laserpulse.

EP 2 065 477 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbau von Eigenspannungen in einem metallischen Werkstück durch sogenanntes Laser Shock Peening (LSP).

[0002] Laser Shock Peening (LSP) ist ein Verfahren, bei dem mittels Einwirkung eines gepulsten Laserstrahls in einem metallischen Werkstück Eigenspannungen aufgebaut werden können. Die Eigenspannungen im metallischen Werkstück sind oftmals erwünscht, da sie Ermüdungserscheinungen oder Rissausbreitung bei Belastung des Werkstücks vorbeugen können.

[0003] Herkömmlicherweise wird dabei das zu behandelnde Material vor dem Laser Shock Peening mit einer ablativen Oberflächenschicht beaufschlagt. Die Oberflächenschicht ist zum Beispiel eine Metallbeschichtung, eine Metallfolie oder ist aus organischen Materialien gebildet. Wenn der gepulste Laserstrahl auf diese Oberflächenschicht einwirkt, verdampft diese und wird in den Plasmazustand (Zustand mit Ionisation) überführt. Gleichzeitig mit dem Aufbringen des Laserpulses wird über dem Behandlungsort eine Deckschicht erzeugt, die beispielsweise durch fließendes Wasser gebildet wird. Diese Deckschicht trägt dazu bei, dass das transiente, durch die Einwirkung des Laserstrahls auf die Oberflächenschicht gebildete Plasma über einen Zeitraum, der in etwa der Pulsdauer entspricht, räumlich fixiert wird. Dieser quasi Gleichgewichtszustand wird jedoch durch den Plasmadruck durchbrochen, so dass die Deckschicht dem Plasmadruck nicht mehr standhalten kann und das Plasma frei expandiert. Dabei werden dynamische Impulse auf die Oberfläche des Werkstücks übertragen, die Stoßwellen hervorrufen, welche ihrerseits zur Induktion von Eigenspannungen im Werkstück führen.

[0004] Der Laserpuls mit einer Energie von beispielsweise 5 bis 50 J dient dabei sowohl der Verdampfung der Oberflächenschicht als auch der Plasmaausbildung. Die verwendeten Laserstrahlen haben herkömmlicherweise eine Pulsbreite von 10 bis 50 Nanosekunden (nsec).

[0005] Nach Bedarf und je nach Werkstückkonfiguration wird ein solcher Laserimpuls räumlich versetzt, gleichzeitig oder zeitlich versetzt an verschiedenen Orten am Werkstück aufgebracht, indem z. B. das Werkstück und die Lasererzeugungseinrichtung zueinander relativ bewegt werden und jeweils identische Laserimpulse auf verschiedene Orte am Werkstück einwirken.

[0006] Somit wirkt an einem Ort stets ein einziger Laserpuls ein, der ausreichend energetisch ist (durch Steuerung der Laserpulsenergie sowie der Pulsbreite), dass er zum Erzeugen und Ausbreiten des Plasmas führt und dass die induzierte Festkörperstoßwelle eine ausreichend hohe Stoßstärke hat, so dass im Werkstück die plastische Fließgrenze überschritten wird und damit die Eigenspannungen im metallischen Werkstück aufgebaut werden. Hauptsächlich wird das Verfahren zum Aufbau von Druckeigenspannungen an Oberflächenbereichen,

das heißt in Tiefen bis zu 10 mm, zum Schutz vor Spannungs-Riss-Korrosion oder aber auch zur Umformung verwendet.

[0007] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Aufbau von Eigenspannungen in einem metallischen Werkstück unter Verwendung von Laser Shock Peening (LSP) bereit zu stellen, das die Energie des Laserstrahls besser ausnützt und somit zu gezielteren und stärkeren Stoßwellen im Werkstück, die wiederum die Induktion von Eigenspannungen hervorrufen, führt.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Eine Vorrichtung ist in Anspruch 15 angegeben.

[0009] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, an ein und demselben Behandlungsort des Werkstücks mindestens zwei zeitlich gestaffelte Laserpulse, ggf. mit einer kurzen Pause ohne Laserpulsbeaufschlagung zwischen den gestaffelten Laserpulsen, aufzubringen. Dadurch kann die durch den Laserstrahl eingebrachte Energie auf die in der Oberflächenschicht auftretenden physikalischen Vorgänge gezielt eingestellt werden, so dass beispielsweise durch den ersten Puls die Verdampfung bzw. Ablation der absorbierenden Schicht hervorgerufen wird und ein Vorplasma, das schwach ionisiert ist, ausgebildet wird. In diesem Beispiel kann der zweite Laserpuls so energetisch gesteuert sein, dass er die Ausbildung eines voll ausgebildeten, quasi statischen Plasmas, das ein nicht Gleichgewichtszustand mit hoher Ionisation ist, hervorruft und auch zur Expansion des Plasmas durch die Deckschicht und damit zur Induktion der Eigenspannungen im Werkstück führt.

[0010] Dabei sind die zeitlich gestaffelten und auf denselben Behandlungsort einwirkenden Laserpulse vorzugsweise durch unterschiedliche Energie gekennzeichnet. Bei Verwendung von zwei gestaffelten Pulsen ist dabei vorzugsweise der zweite Puls wesentlich höher energetisch als der erste Puls. Dadurch kann der erste Puls die Verdampfung, für die eine wesentlich geringere Energie benötigt wird als für die daran anschließende Ausbildung und Expansion eines instationären Plasmas mit vergleichsweise hoher Enthalpie, ein niedrig energetischer Laserpuls eingesetzt werden, während die verhältnismäßig hohe Energie des zweiten Laserpulses, die für die spätere Umwandlung der Plasmaenergie in überwiegend energetische Strömungsenthalpie erforderlich ist, sehr gut ausgenützt und vorwiegend für den Umwandlungs- und Expansionsvorgang des instationären Plasmas verwendet wird, ohne dass massive Strahlungsverluste oder starke (unnötige) Temperaturerhöhungen auftreten. Auch bei Verwendung von mehr als zwei Laserpulsen sollte in jedem Fall der Laserpuls, der für die Ausbildung und Expansion des instationären Plasmas bestimmt ist, verhältnismäßig hochenergetisch sein. Damit wird der Verdampfungs- und Plasmaheizungsprozess zeitlich entkoppelt, so dass die energetische Aus-

nutzung der Laserimpulse besser und die Einwirkung auf das Werkstück gezielter ist.

[0011] Durch die Doppel- bzw. Mehrfachpulsanregung wird zudem durch einen zunächst verhältnismäßig moderaten Energieeinsatz das schwach ionisierte Primärplasma erzeugt. Dieser primäre Plasmazustand hat jedoch ein hohes Absorptionsvermögen für die Strahlung des sekundären Laserpulses, so dass ein weitaus höherer Anteil der einfallenden Laserstrahlung effektiv in Plasmaenthalpie umgesetzt werden kann, als es bei einer herkömmlichen Einzelpulsanregung möglich ist. Die entstehenden Verluste durch Reflexion, der Durchgang des Laserpulses unausgenutzt zur Metalloberfläche über ein anfänglich optisch dünnes Plasma sowie durch Konvektion und auch Strahlung können somit minimiert werden.

[0012] Die Laserpulse haben beispielsweise einen zeitlichen Abstand von 5 bis 100 nsec.

[0013] Grundsätzlich ist es auch möglich, die Laserpulse unmittelbar aufeinander, das heißt ohne zeitlichen Versatz, folgen zu lassen. Allerdings ist es deutlich bevorzugt, einen Zeitraum von 5 bis 100 nsec zwischen den Laserpulsen vorzusehen, da dann durch entsprechende Abstimmung der Laserpulse, des zeitlichen Abstands und der Anzahl der Laserpulse gezielt auf die einzelnen bei der Ausbildung des Plasmas und im Plasma ablaufenden Vorgänge eingewirkt und jeder Laserpuls auf einem bestimmten Zustand des Plasmas abgestimmt werden kann.

[0014] Vorzugsweise sind die Pulsformen der zeitlich gestaffelten Laserpulse ebenfalls unterschiedlich. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Laserpulse unterschiedliche Anstiegsflankenformen haben. Damit kann neben der Steuerung der Energie der Laserpulse mittels ihrer Breite (zeitlich) und Energie, die jeweils unterschiedlich oder gleich sein können, auch durch Wahl einer geeigneten Anstiegsflanke gezielt auf die energetischen Prozesse eingewirkt werden.

[0015] Vorzugsweise werden die unterschiedlichen energetischen Zustände der gestaffelt einwirkenden Laserpulse durch deren zeitliche Breite und/oder Energie erzeugt.

[0016] Nach einer bevorzugten Ausführungsform werden mehr als zwei zeitlich gestaffelte Laserpulse auf denselben Behandlungsort aufgebracht und wirken dort ein. In diesem Fall ist die energetische Steuerung noch günstiger.

[0017] Wie beim herkömmlichen Einzelpulsverfahren kann auch bei Doppel- bzw. Mehrfachpulsverfahren gemäß der Erfindung umspülendes fließendes Wasser als Deckschicht verwendet werden. Dies ist eine verhältnismäßig kostengünstig zu erzeugende und einfach zu entsorgende Deckschicht.

[0018] Die zeitlich gestaffelten Laserpulse können durch einen einzigen Laser oder aber durch für jeden Laserpuls unterschiedlichen Laser vorgesehen werden. Gerade bei der bevorzugten Verwendung von mehreren Bearbeitungslasern zur Erzeugung der gestaffelten Laserpulse ist es einfach möglich, unterschiedliche Puls-

formen, unterschiedliche Energien der Pulse usw. darzustellen. Auch bei Verwendung mehrerer Bearbeitungslaser wirken diese jedoch zeitlich gestaffelt auf den gleichen Bearbeitungsort am Werkstück ein.

[0019] Das Verfahren, das vorzugsweise weiter den Schritt des Aufbringens der zu verdampfenden Oberflächenschicht vor dem Aufbringen des ersten Laserpulses enthält, die beispielsweise durch Metallbeschichtung, Aufbringen einer Metallfolie oder Aufbringen von organischem Material erzeugt wird, kann nach Bedarf und je nach Werkstück, in das die Eigenspannungen einzubringen sind bzw. an dem die Umformung zu erzeugen ist, an mehreren Orten des Werkstücks wiederholt werden, um z. B. eine großflächigere Verfestigung zu erzielen, wobei jedoch dann an jedem Ort ein Doppel- oder Mehrfachpuls einwirkt.

[0020] Nachfolgend wird die Wirkweise des Verfahrens beschrieben.

[0021] Beim Laser Shock Peening ist es erforderlich, eine möglichst hohe primäre Plasmaenthalpie zu erreichen, für einen Zeitraum, in dem das Plasma durch die Deckschicht, beispielsweise fließendes Wasser, weitgehend stabilisiert wird. Wird ein einziger Laserpuls zur Verdampfung des Ablationsmaterials und zum Erzeugen eines transienten Hochdruckplasmas (mit Spitzendrücken, die bis zu über 10 bar reichen) verwendet, so ist dies energetisch nicht optimal, da für die Verdampfung und primäre Plasmaerzeugung eine geringere Energie benötigt wird als für die darauf folgende Ausbildung eines instationären Plasmas mit vergleichsweise hoher Enthalpie.

[0022] In der primären Plasmaphase erfolgt nämlich bereits eine gewisse Impulsübertragung auf das Werkstück über einen instationären Druckgradienten. Dies kann bereits primäre Verdichtungsstöße induzieren. Allerdings ist dieser Prozess kaum steuerbar und nicht besonders effektiv und somit nicht geeignet, signifikante und gezielte Druckeigenspannungen auszubilden. Die eigentliche Phase der Induktion von Druckeigenspannungen beginnt mit der Expansion des Plasmas (dem strömenden Plasma) nach der quasi statischen Anfangsphase, in der die Deckschicht die Expansion begrenzt. Beim Durchbrechen der Deckschicht wird eine Überschallplasmaströmung erzeugt, deren rückwirkender dynamischer Impuls die Stoßwelle auslöst, die das Werkstück, insbesondere dessen metallisches Material, über die plastische Fließgrenze hinaus deformiert und somit auch nach Abfall des Plasmas und Relaxion Druckeigenspannungen hinterlässt.

[0023] Es hat sich gezeigt, dass dieser Prozess umso effektiver ist, je höher die ursprüngliche Enthalpie (definiert über Druck und Temperatur) des primären Plasmas ist, und wie diese in kinetische Strömungsenthalpie überführt werden kann, was in der Phase des expandierenden und schnell strömenden, die Deckschicht durchbrechenden Plasmas geschieht.

[0024] Somit lassen sich die ablaufenden Einzelprozesse beim Laser Shock Peening wie folgt einteilen:

- Primäre Verdampfung (Ablation) der absorbierenden Schicht;
- Ausbildung eines Vorplasmas, das schwach ionisiert ist;
- Ausbildung eines voll ausgebildeten, quasi statischen Plasmas, das ein Nichtgleichgewichtszustand mit hoher Ionisation ist; und
- Expansion des Plasmas durch die Deckschicht.

[0025] Durch das Aufbringen von mindestens zwei zeitlich gestaffelten Pulsen auf den gleichen Werkstückort kann vermieden werden, dass Laserenergie in den Plasmazustand in der Expansionsphase übertragen wird. Dies ist nämlich ineffektiv, da die Prozesse unterschiedliche zeitliche Entwicklungsstufen besitzen und die in der Expansionsphase in den Plasmazustand eingebrachte Energie nicht in kinetische Energie (zur Ausbildung des voll ausgebildeten quasi statischen Plasmas) sondern beispielsweise in Temperatur oder Strahlungsenergie umgesetzt wird und somit einen Energieverlust darstellt.

[0026] Daher bietet es sich an, einen Abstand von 5 bis 100 nsec zwischen den einzelnen Laserpulsen vorzusehen, so dass die zeitliche Überführung des sich ausbildenden Plasmas in die einzelnen Stufen ohne Energie zu Zeitpunkten einzubringen, zu denen sie nicht umgesetzt werden kann, möglich ist, und zudem die Energien der Laserpulse angepasst an den gerade ablaufenden Teilprozess festgesetzt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbau von Eigenspannungen in einem metallischen Werkstück durch Laser-Shock-Peening, enthaltend die Schritte:
 - Aufbringen eines ersten Laserpulses an einem Behandlungsort des mit einer Oberflächenschicht bedeckten Werkstücks;
 - Aufbringen eines zweiten Laserpulses an dem Behandlungsort des Werkstücks, wobei der zweite Laserpuls zeitlich zu dem ersten Laserpuls gestaffelt ist; und
 - Vorsehen einer Deckschicht über dem Behandlungsort während des Aufbringens der Laserpulse.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Laserpuls eine zum ersten Laserpuls unterschiedliche Energie aufweist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laserpulse unterschiedliche Pulsformen aufweisen.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitlich gestaffelten Laserpulse

unterschiedliche Anstiegsflankenformen aufweisen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitlich gestaffelten Laserpulse unterschiedliche zeitliche Breite haben.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehr als zwei zeitlich gestaffelte Laserpulse auf den Behandlungs-ort aufgebracht werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Deckschicht durch Umspülen des Werkstücks vorgesehen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Umspülen des Werkstücks fließendes Wasser verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einziger Laser vorgesehen wird, aus dem die Laserpulse abgegeben werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Erzeugen jedes der zeitlich gestaffelten Laserpulse ein separater Laser vorgesehen wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter enthaltend den Schritt des Aufbringens der Oberflächenschicht vor dem Aufbringen des ersten Laserpulses durch Metallbeschichtung, Aufbringen einer Metallfolie oder von einem organischen Material.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energie des ersten Laserpulses so angepasst ist, dass er zur Verdampfung der absorbierenden Oberflächenschicht und zum Ausbilden eines schwach ionisierten Vorplasmas führt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zeitliche Staffelung und der zweite Laserpuls so angepasst sind, dass sie zur Ausbildung eines quasi-statischen Plasmas mit hoher Ionisation führen.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren an verschiedenen Behandlungsorten des Werkstücks wiederholt wird.
15. Vorrichtung enthaltend eine Werkstückspanneinrichtung, mindestens einen Laser und eine Steuer-

einrichtung zum Steuern der Relativbewegung zwischen eingespanntem Werkstück und Laser, wobei die Steuereinrichtung angepasst ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zu steuern.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 9597

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 911 891 A (DULANEY JEFF L [US] ET AL) 15. Juni 1999 (1999-06-15) * Spalte 5, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 4; Ansprüche 1-22; Abbildungen 1-3 * -----	1-15	INV. C21D10/00
X	US 5 131 957 A (EPSTEIN HAROLD M [US] ET AL) 21. Juli 1992 (1992-07-21) * Abbildungen 1-6; Beispiel C * -----	1-15	
X	EP 1 188 842 A (GEN ELECTRIC [US]) 20. März 2002 (2002-03-20) * Absätze [0010], [0023] - [0025]; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-7 * -----	1-15	
X	EP 0 933 438 A (GEN ELECTRIC [US]) 4. August 1999 (1999-08-04) * Absatz [0032]; Ansprüche 1-10; Abbildungen 4,5 * -----	1-15	
X	US 2004/224179 A1 (SOKOL DAVID W [US] ET AL) 11. November 2004 (2004-11-11) * Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-9 * -----	1-15	
X	SMITH P R ET AL: "EFFECT OF POWER DENSITY AND PULSE REPETITION ON LASER SHOCK PEENING OF 6AL-4V" JOURNAL OF MATERIALS ENGINEERING AND PERFORMANCE, ASM INTERNATIONAL, MATERIALS PARK, OH, US, Bd. 9, Nr. 1, 1. Februar 2000 (2000-02-01), Seiten 33-37, XP000906621 ISSN: 1059-9495 * Absätze [0002], [0003]; Abbildungen 1-14 * ----- -/--	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. März 2009	Prüfer Catana, Cosmin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.02 (P4C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 9597

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DING K ET AL: "Simulation of multiple laser shock peening of a 35CD4 steel alloy" JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, NL, Bd. 178, Nr. 1-3, 14. September 2006 (2006-09-14), Seiten 162-169, XP025080710 ISSN: 0924-0136 [gefunden am 2006-09-14] * Abbildungen 1-12 *	1-15	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
X	FOURNIER J ET AL: "MECHANICAL EFFECTS INDUCED BY SHOCK WAVES GENERATED BY HIGH ENERGY LASER PULSES" JOURNAL DE PHYSIQUE III, EDITIONS DE PHYSIQUE, PARIS, FR, Bd. 1, Nr. 9, 1. September 1991 (1991-09-01), Seiten 1467-1480, XP000461098 ISSN: 1155-4320 * Absätze [0002], [0009], [0010]; Abbildungen 1-14 *	1-15	
A	EP 1 669 466 A (GEN ELECTRIC [US]) 14. Juni 2006 (2006-06-14) * Absätze [0021], [0022]; Abbildungen 3,4 *	1-15	
A	EP 1 852 515 A (GEN ELECTRIC [US]) 7. November 2007 (2007-11-07) * Absätze [0024], [0025]; Ansprüche 1-10 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. März 2009	Prüfer Catana, Cosmin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 01 9597

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-03-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5911891	A	15-06-1999	KEINE	
US 5131957	A	21-07-1992	AT 124465 T	15-07-1995
			CA 2072070 A1	12-07-1991
			DE 69020581 D1	03-08-1995
			DE 69020581 T2	07-12-1995
			DK 510124 T3	18-09-1995
			EP 0510124 A1	28-10-1992
			ES 2075435 T3	01-10-1995
			JP 5503738 T	17-06-1993
			WO 9111538 A2	08-08-1991
			US 5127019 A	30-06-1992
EP 1188842	A	20-03-2002	BR 0104026 A	28-05-2002
			CA 2356055 A1	13-03-2002
			DE 60131514 T2	23-10-2008
			JP 2002239759 A	28-08-2002
			SG 99954 A1	27-11-2003
			US 6677037 B1	13-01-2004
EP 0933438	A	04-08-1999	CN 1227877 A	08-09-1999
			DE 69805272 D1	13-06-2002
			DE 69805272 T2	02-01-2003
			JP 3628890 B2	16-03-2005
			JP 11254156 A	21-09-1999
			US 5932120 A	03-08-1999
US 2004224179	A1	11-11-2004	KEINE	
EP 1669466	A	14-06-2006	CN 1786211 A	14-06-2006
			JP 2006159290 A	22-06-2006
			US 2006124619 A1	15-06-2006
EP 1852515	A	07-11-2007	JP 2007300093 A	15-11-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82