



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 207 973 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.02.2003 Patentblatt 2003/08

(21) Anmeldenummer: **00958366.7**

(22) Anmeldetag: **02.08.2000**

(51) Int Cl.7: **B21D 1/06**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP00/07493

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 01/010579 (15.02.2001 Gazette 2001/07)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUM AUSBEULEN VON BLECHTEILEN**

METHOD AND DEVICE FOR REMOVING DENTS FROM SHEET METAL PARTS

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DEBOSELAGE DE PIECES DE TOLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR IT

(30) Priorität: **06.08.1999 DE 19937277**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.05.2002 Patentblatt 2002/22

(73) Patentinhaber:
• **Advanced Photonics Technologies AG**
83052 Bruckmühl-Heufeld (DE)
• **Weckenmann, Frank**
75181 Hohenwart (DE)

(72) Erfinder:
• **WECKENMANN, Frank**
D-75181 Hohenwart (DE)
• **GAUS, Rainer**
D-83052 Bruckmühl-Heufeld (DE)
• **BÄR, Kai, K., O.**
D-83052 Bruckmühl-Heufeld (DE)

(74) Vertreter: **Bohnenberger, Johannes, Dr.**
Meissner, Bolte & Partner
Postfach 86 06 24
81633 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 804 577 **DE-C- 19 514 285**
DE-U- 29 922 180 **FR-A- 1 419 497**
NL-A- 7 401 688 **US-A- 3 959 619**
US-A- 4 044 590 **US-A- 5 479 804**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 177 (M-317), 15. August 1984 (1984-08-15) & JP 59 070426 A (NIHON SHIYARIYOU SEIZOU KK), 20. April 1984 (1984-04-20)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 170 (M-315), 7. August 1984 (1984-08-07) & JP 59 064119 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12. April 1984 (1984-04-12)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 028 (M-274), 7. Februar 1984 (1984-02-07) & JP 58 187213 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 1. November 1983 (1983-11-01)**

EP 1 207 973 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ausbeulen von Blechteilen, insbesondere von lackierten Teilen einer Fahrzeugkarosserie, sowie eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens (siehe z.B. DE-A-195 14 285).

[0002] Das Ausbeulen von Blechteilen mit dem Ziel, möglichst weitgehend eine (ebene oder gekrümmte) Ursprungsgestalt wiederherzustellen, ist eine in vielen Industriezweigen und Handwerken vorkommende Aufgabe. Obwohl zur Lösung dieser Aufgabe eine Vielzahl technischer Verfahren und Vorrichtungen entwickelt wurde und diese teilweise auch auf dem Markt erhältlich sind, wird diese Aufgabe vielfach noch manuell durch ausgebildete Fachkräfte gelöst. Damit ist ein hoher Kostenaufwand verbunden.

[0003] Das wirtschaftlich wohl wichtigste Einsatzgebiet für Ausbeulverfahren und -Anordnungen ist die Kraftfahrzeuginstandsetzung.

[0004] Hagelschäden an Kraftfahrzeugen, insbesondere an auf den Lagerplätzen von KFZ-Herstellern abgestellten Neuwagen, belaufen sich allein in Deutschland im Mittel jährlich auf mehrere hundert Millionen DM. Diese Hagelschäden haben in der Regel die Form kleiner Beulen ("Dellen"). Deren Gestalt und Abmessungen erlauben vielfach ein manuelles Herausdrücken - etwas größere Beulen, bei denen eine plastische Verformung des Bleches aufgetreten ist, können aber nicht herausgedrückt werden. Zur Entfernung solcher größeren Beulen sind verschiedene Vorrichtungen vorgeschlagen worden, die beispielsweise auf der Basis von Unterdruck oder auf magnetischer Grundlage arbeiten und eine Wiederherstellung der Ausgangsform des betroffenen Blechteiles ohne aufwendige Demontearbeiten ermöglichen sollen. Die Anwendung dieser Vorrichtungen erfordert teilweise große Erfahrung und somit den Einsatz entsprechend hoch bezahlter Fachkräfte und erbringt gleichwohl vielfach nicht den gewünschten Erfolg. In vielen Fällen sind daher zusätzliche aufwendige Lackierarbeiten unverzichtbar.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zum Ausbeulen von Blechteilen anzugeben, die sich insbesondere durch niedrige Gestehungs- und Betriebskosten und hohen Gebrauchswert auszeichnen.

[0006] Die Aufgabe wird hinsichtlich ihres Verfahrensaspektes durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und hinsichtlich ihres Vorrichtungsaspektes durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

[0007] Die Erfindung schließt den wesentlichen Gedanken ein, zur Beseitigung kleinerer Beulen bzw. Dellen in einem Blechteil thermische Energie in einen eng begrenzten Raumbereich desselben - eben den Bereich der Beule bzw. Delle - einzutragen und durch den entstehenden mechanischen Spannungsgradienten ein Zurückspringen des Bleches in den Ausgangszustand

zu erreichen. Die Erfinder haben überraschend festgestellt, daß diese Wirkung bereits bei einer Erwärmung auf vergleichsweise niedrige Temperaturen erzielbar ist, die deutlich unterhalb kritischer Temperaturen liegen, bei denen übliche Oberflächenbeschichtungen von Blechteilen (insbesondere die Lackschicht eines Kraftfahrzeug-Karosserieteils) eine thermische Schädigung erfahren. Das ermöglicht eine sehr breite Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens, speziell zur Behebung kleinerer Karosserieschäden bei Kraftfahrzeugen, wie etwa der oben angesprochenen Hagelschäden.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die lokale Erwärmung durch gerichtete Bestrahlung mit einem wesentlichen Strahlungsanteil im nahen Infrarotbereich, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen 800 nm und 2 µm. In dieser Ausgestaltung ist das Verfahren mit einer besonders einfachen und kostengünstig herstellbaren und auch ohne spezielle Erfahrung zu handhabenden Vorrichtung realisierbar. Eine geeignete Abstimmung der Bestrahlungswellenlänge auf die Materialcharakteristika des Bleches und einer etwaigen Beschichtung ermöglicht insbesondere einen Energieeintrag im wesentlichen direkt in das Blech, unter weitgehender Schonung der Beschichtung.

[0009] Alternativ hierzu kann das auszubeulende Blechteil auf induktivem Wege oder auch durch einen gerichteten Heißluftstrom lokal erwärmt werden.

[0010] Wesentlich ist, daß die Erwärmung gezielt und begrenzt erfolgt, und zwar insbesondere im wesentlichen punktförmig im Mittenbereich und/oder ringförmig im Randbereich der zu beseitigenden Beule bzw. Delle. Hierdurch wird gezielt der das Zurückspringen in die Ausgangsform bewirkende Spannungsgradient aufgebaut. Bei beschichteten Blechteilen wird die lokale Erwärmung insbesondere auf eine Endtemperatur begrenzt, bei der irreversible Veränderungen in der Beschichtung (etwa einer Lackschicht) noch nicht auftreten können. Auch unter Beachtung dieser limitierenden Bedingung bestehen durch geeignete Vorgabe der Größe und Gestalt der Erwärmungszone sowie gegebenenfalls auch der Aufheizgeschwindigkeit hinreichende Freiheitsgrade für die Beseitigung unterschiedlich großer und verschieden geformter Beulen in Blechteilen aus verschiedenen Materialien, insbesondere in lackierten Stahlblechen.

[0011] Speziell für die Reparatur der letzteren hat es sich nach Untersuchungen der Erfinder als ausreichend erwiesen, den Bereich der Beule in einem lackierten Karosserieblech auf eine Temperatur im Bereich zwischen 100° Celsius und 200° Celsius lokal zu erwärmen.

[0012] In einer vorteilhaften Fortbildung des Erfindungsgedankens wird während der lokalen Erwärmung die aktuelle Gestalt des Blechteiles erfaßt und im Ansprechen auf die Erfassung eines Zurückspringens in die Ausgangsform der Erwärmungsvorgang beendet. Diese Fortbildung ermöglicht eine teilautomatisierte Verfahrensführung. Zusammen mit der erwähnten Temperaturbegrenzung ermöglicht diese Ausgestaltung ins-

besondere die Verfahrensdurchführung auch durch Personal ohne spezielle Ausbildung und Erfahrung.

[0013] Die erwähnte Temperaturbegrenzung kann im Falle der Bearbeitung von Blechteilen ein und derselben Art mit einander ähnlichen Beschichtungen - wie etwa zur Beseitigung von Hagelschäden an Kraftfahrzeugen - durch geeignete Auslegung der Heizvorrichtung erfolgen, so daß auf eine Temperaturmessung gegebenenfalls verzichtet werden kann. Etwas aufwendiger ist eine Verfahrensdurchführung unter Temperaturerfassung und -regelung, diese ermöglicht aber den Einsatz einer entsprechenden Vorrichtung auch für sehr unterschiedliche Bleche und Beschichtungen.

[0014] Eine weitere Erleichterung bei der Verfahrensdurchführung ergibt sich durch eine Ausgestaltung, bei der der Ort der lokalen Erwärmung mit einem sichtbaren Lichtstrahl markiert und die Heizeinrichtung auf den entsprechenden Lichtfleck auf dem Blechteil ausgerichtet wird.

[0015] Eine Anordnung zur Durchführung des oben erläuterten Verfahrens umfaßt insbesondere eine im wesentlichen berührungslos arbeitende Heizeinrichtung, welche zweckmäßigerweise einen einstellbaren Wärmeintragsbereich aufweist. Sie ist dadurch optimal für Beulen unterschiedlicher Größe und Bleche unterschiedlicher Dicke anpaßbar.

[0016] In einer besonders einfachen und kostengünstigen Ausführung arbeitet die Heizeinrichtung im nahen Infrarotbereich (NIR) und weist eine vorbestimmte Richtcharakteristik für die emittierte Strahlung auf. Eine solche Heizeinrichtung umfaßt bevorzugt eine annähernd punktförmige Halogenlampe, die bei einer Oberflächentemperatur von 2500K oder mehr, insbesondere von 2900K oder mehr, betrieben wird.

[0017] In einer wegen ihrer flexiblen Einsatzmöglichkeiten bevorzugten Ausführung hat die NIR-Strahlungsheizung eine veränderliche Richtcharakteristik, die insbesondere durch eine Blende bzw. Blenden und/oder mechanische Verstellmittel - insbesondere zur Verstellung der Position bzw. Form eines Reflektors - realisiert wird.

[0018] Entsprechend den oben erläuterten bevorzugten Fortbildungen des allgemeinen Verfahrensgedankens umfaßt die Anordnung insbesondere eine Temperaturmeßeinrichtung zur Erfassung der Oberflächentemperatur des Blechteiles im Erwärmungsbereich, die zweckmäßigerweise mit einem Steuereingang der Heizeinrichtung verbunden ist, so daß in Abhängigkeit vom Ergebnis der Temperaturmessung eine Temperaturregelung (mindestens als Temperaturbegrenzung) ausgeführt wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung arbeitet die Temperaturmeßeinrichtung berührungslos und weist speziell ein Strahlungs-pyrometer auf.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausbildung der vorgeschlagenen Anordnung ist eine Zieleinrichtung zum Ausrichten der Heizeinrichtung auf den Bereich einer Beule vorgesehen. Diese Zieleinrichtung umfaßt speziell einen mit der Heizeinrichtung fest verbundenen

Strahler für sichtbares Licht, der selbstfokussierend ist oder dem Fokussierungsmittel zugeordnet sind, um auf dem Blechteil einen eng begrenzten Markierungs-Lichtfleck zu erzeugen. Dieser ermöglicht dem Bediener eine präzise Positionierung der Heizeinrichtung bezüglich der Beule.

[0020] Weiterhin ist bevorzugt eine optische Vermessungseinrichtung zur Erfassung der aktuellen Gestalt des Blechteils vorgesehen, die beispielsweise als Laser-Triangulationsvorrichtung ausgebildet ist. Diese Einrichtung gibt im Ergebnis der Vermessung der Oberflächengestalt des Blechteils insbesondere ein "Fertig"-Signal aus, sobald ein Zurückspringen der Beule in den Ausgangszustand des Blechteils erfaßt wird. Dieses Signal kann unmittelbar zur Abschaltung der Heizeinrichtung benutzt und/oder dem Bediener optisch angezeigt werden.

[0021] Besonders zweckmäßig ist eine kombinierte Nutzung einer einzigen Lichtquelle als Lichtquelle für die Ziel- und Vermessungseinrichtung, und besonders vorteilhaft ist hierbei der Einsatz einer Laser-Strahlungsquelle, beispielsweise einer kostengünstigen Laserdiodeneinrichtung.

[0022] Vorteile und Zweckmäßigkeit der Erfindung ergeben sich im übrigen aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Figuren. Von diesen zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung einer Ausbeulhaube als Kernstück einer Anordnung zum Ausbeulen von Blechteilen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung der wesentlichen Komponenten einer Ausbeulanordnung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines Funktionsblockschaltbildes.

[0023] In Fig. 1 ist skizzenartig eine Ausbeulhaube 1 dargestellt, die zum Ausbeulen einer kleinen Beule B in einem mit einer Oberflächenlackierung 3a versehenen KFZ-Karosserieblech 3 dient. Die äußere Gestalt der Ausbeulhaube 1 ist bestimmt durch einen metallischen oder zumindest innenseitig metallisierten Reflektor 5 in Form eines in einem Endbereich abgeschnittenen Rotationsellipsoids mit den beiden Brennpunkten F1 und F2. Der Reflektor 5 weist an seinem Rand einen umlaufenden Gummiring 7 auf, mit dem er auf das Karosserieblech 3 schonend aufgesetzt werden kann. Weiterhin hat der Reflektor 5 eine Aussparung 5a zur Beobachtung des Bereichs der Beule B im Karosserieblech 3 bei aufgesetzter Ausbeulhaube 1. Schließlich ist am Reflektor ein Kunststoff-Handgriff 9 zur leichten und gefahrlosen Handhabung der Ausbeulhaube 1 auch während ihres Betriebes angebracht.

[0024] Die Ausbeulhaube ist über ein Stromkabel 11 mit dem Wechselspannungsnetz und über eine Datenleitung 13 mit einer (hier nicht dargestellten) Meß- und

Steuereinrichtung verbunden. Im Inneren ist ein mit dem Reflektor 5 verschraubter Kunststoffträger 15 vorgesehen, der einen (nicht dargestellten) Transformator aufnimmt und zum Brennpunkt F1 hin in eine Lampenfassung 15a ausläuft sowie zwei Ausleger 15b, 15c für zusätzliche, weiter unten beschriebene Bauteile hat. In der Lampenfassung 15a sitzt eine Halogenlampe 17, beispielsweise eine Xe- oder Kr-Lampe, die so betrieben wird, daß sie eine Oberflächentemperatur von ca. 2900K und damit einen wesentlichen Strahlungsanteil im Bereich des nahen Infrarot (NIR) zwischen 800 nm und 2 µm hat. Die Halogenlampe 17 sitzt im Brennpunkt F1, so daß die von ihr emittierte NIR-Strahlung durch den rotationsellipsoidischen Reflektor 5 weitgehend in den Brennpunkt F2 und somit in das Zentrum der Beule B im Karosserieblech 3 reflektiert wird.

[0025] Der Ausleger 15b des Kunststoffträgers 15 trägt zum einen eine mit einer einfachen Abbildungsoptik versehene Laserdiode 19, die so positioniert ist, daß ihre Strahlung auf den Brennpunkt F2 gerichtet ist. Außerdem trägt der Ausleger 15b ein - ebenfalls auf den Brennpunkt F2 gerichtetes - Strahlungs-pyrometer-Element 21 zur Erfassung der Oberflächentemperatur des Karosseriebleches 3 im Bereich der Beule B. Der Ausleger 15c trägt eine Fotodetektoranordnung 23, die (beispielsweise als einfaches CCD-Array) so ausgebildet und positioniert ist, daß sie die vom Karosserieblech 3 reflektierte Strahlung der Laserdiode 19 in Abhängigkeit vom Zustand des Karosseriebleches im Bereich der Beule B auf unterschiedliche Weise aufnimmt. Die Fotodetektor-Anordnung 23 kann insbesondere so ausgebildet sein, daß die reflektierte Strahlung von der Laserdiode 19 sie nur bei ungestörtem (in der Figur gestrichelt gezeichneten) Verlauf des Karosserieblechs erreicht, oder daß die aus dem Bereich der Beule B reflektierte Strahlung sie an einer anderen Position erreicht als die vom ungestörten (ausgebeulten) Blech zurückgeworfene Strahlung. Die Fotodetektoranordnung 23 dient somit im Zusammenwirken mit der Laserdiode 19 als eine einfache Laser-Triangulationseinrichtung zur Vermessung der Oberflächengestalt des Karosserieblechs 3 im Bereich der Beule B; siehe dazu auch weiter unten. Die Laserdiode 19 dient zudem zur Markierung des Brennpunktes F2 und damit des Ortes des maximalen Energieeintrages der NIR-Strahlung der Halogenlampe 17 und ermöglicht einem Bediener eine entsprechende Positionierung der Ausbeulhaube 1 aufgrund der Beobachtung des durch die Laserdiode 19 auf dem Karosserieblech 3 erzeugten Lichtflecks durch die Aussparung 5a des Reflektors 5.

[0026] Die Ausbeulhaube 1 wird derart gehandhabt, daß sie über der Beule B auf das Karosserieblech 3 aufgesetzt, anschließend die Laserdiode 19 eingeschaltet und ihr Lichtfleck durch Verschieben der Haube auf das Zentrum der Beule B ausgerechnet und schließlich durch Betätigung eines (nicht gezeigten) Netzschalters die Halogenlampe 17 zur Erwärmung des Bereichs der Beule B eingeschaltet wird. Während der Bestrahlung

wird über das Strahlungs-pyrometer-Element die Temperatur und durch die Fotodetektor-Anordnung 23 die Form des Karosserieblechs 3 im Bereich der Beule B erfaßt und die Halogenlampe 17 ausgeschaltet, wenn die Beule in die Ursprungsgestalt des Karosserieblechs zurückgesprungen oder eine vorgegebene zulässige Grenztemperatur erreicht ist.

[0027] Bei der in Fig. 1 gezeigten, mechanisch sehr einfachen und kostengünstigen Ausführung einer Anordnung zur Durchführung dieses erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Anpassung der Größe und Gestalt der Erwärmungszone im Karosserieblech durch Verkippen oder geringfügiges Anheben der Ausbeulhaube erfolgen; verfeinerte (und entsprechend aufwendigere) Ausführungen enthalten zu diesem Zweck beispielsweise Höhenverstellmittel und/oder eine verstellbare Blende zur Ausblendung eines Teils der Strahlung der Halogenlampe am Bestrahlungsort. Derartige Ausführungen liegen im Rahmen fachmännischen Handelns und werden hier daher nicht weiter beschrieben.

[0028] In Fig. 2 ist der meß- und steuerungstechnische Aufbau einer Ausbeulanordnung 100 in Form eines Funktions-Blockschaltbildes schematisch dargestellt. Die Ausbeulanordnung 100 ist an das Wechselstromnetz angeschlossen, und eine Stromversorgungseinheit 101 stellt aus der Netzspannung die zum Betrieb der Halogenlampe 17 benötigte Betriebsspannung bereit und stabilisiert diese. Diese Betriebsspannung wird der Kühlampe 17 von der Stromversorgungseinheit 101 über eine Schalt- und Leistungssteuerstufe 103 zugeführt, die zwei Steuereingänge 103a, 103b aufweist. Ebenfalls über die Stromversorgungseinheit 101 wird - über eine Gleichrichterstufe 105 und einen separaten Schalter 107 - die Laserdiode 19 versorgt.

[0029] Weiterhin versorgt die Stromversorgungseinheit 101 eine eingangsseitig mit dem Strahlungs-pyrometer-Element 21 verbundene Temperaturmeßstufe 109, deren Ausgang zum einen mit dem Steuereingang 103b der Schalt- und Leistungssteuerstufe 103 und zum anderen mit einer Anzeigeeinheit 111 verbunden ist. Schließlich wird auch eine eingangsseitig mit der Fotodetektor-Anordnung 23 verbundene Oberflächengeometrie-Auswertungseinheit 113 von der Stromversorgungseinheit 101 versorgt. Die Oberflächengeometrie-Auswertungseinheit ist ausgangsseitig mit dem Steuereingang 103a der Schalt- und Leistungssteuerstufe 103 sowie ebenfalls mit der Anzeigeeinheit 111 verbunden.

[0030] Die Funktion der Ausbeulanordnung 100 ergibt sich bereits im wesentlichen aus den obigen Erläuterungen zur Erfindung. Es wird daher nur zusammenfassend darauf hingewiesen, daß über das die Oberflächentemperatur des Karosseriebleches 3 (Fig. 1) erfassende Strahlungs-pyrometer-Element 21, die Temperatur-Meßstufe 109 und die Schalt- und Leistungssteuerstufe 103 mit der daran angeschlossenen Halogenlampe 17 eine Temperaturregelung mindestens im Sinne einer Begrenzung der Oberflächentemperatur auf einen zulässigen Maximalwert realisiert wird, bei dem die

Lackfläche 3 mit Sicherheit keinen Schaden nimmt. Dies erfolgt durch Verminderung der Strahlungsleistung bei Annäherung an die zulässige Maximaltemperatur bzw. zeitweise Ausschaltung der Halogenlampe 17. Eine völlige Ausschaltung der Halogenlampe 17 wird über die Fotodetektoranordnung 23 und die Oberflächengeometrie-Auswertungseinheit 113 sowie den Steuereingängen 103a der Schalt- und Leistungssteuerstufe 103 bewirkt, sobald im Ergebnis einer vorgegebenen Signalverarbeitung in der Oberflächengeometrie-Auswertungseinheit ermittelt wurde, daß eine signifikante Veränderung der Blechgeometrie im Bereich der Beule im Sinne eines Zurückspringens in die ungestörte Ausgangsform erfolgt ist. Parallel zu den genannten Steuer- bzw. Regelvorgängen wird der Bediener über die Anzeigeeinheit 111 über die tatsächliche Oberflächentemperatur sowie - beispielsweise durch eine Signallampe - über das Erreichen der ursprünglichen Blechgestalt, also den Erfolg des Ausbeulvorgangs, informiert.

[0031] Die Ausführung der Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, sondern auch in einer Vielzahl von Abwandlungen derselben möglich.

[0032] So ist die Reflektorgeometrie des oben als Ausbeulhaube bezeichneten mechanisch-optischen Teils der Ausbeulanordnung ebenso variierbar wie der innere Aufbau, wobei insbesondere einzelne der oben erwähnten Funktionskomponenten im Interesse einer weiteren Vereinfachung und Verbilligung der Anordnung fortgelassen sein können - so (bei entsprechender Dimensionierung der Strahlungsquelle) die Mittel zur Temperaturmessung oder die Mittel zur Erfassung der Oberflächengeometrie des Karosseriebleches. Anstelle der zur Markierung des auszubehulenden Bereichs eingesetzten Laserdiode kann auch eine andere Lichtquelle mit geeigneten Fokussierungsmitteln zur Erzeugung eines klar umgrenzten Lichtflecks auf der Blechoberfläche vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

[0033]

1	Ausbeulhaube
3	KFZ-Karosserieblech
3a	Oberflächenlackierung
5	Reflektor
5a	Aussparung
7	Gummiring
9	Kunststoff-Handgriff
11	Stromkabel
13	Datenleitung
15	Kunststoffträger
15a	Lampenfassung
15b, 15c	Ausleger
17	Halogenlampe
19	Laserdiode
21	Strahlungspyrometer-Element

23	Fotodetektoranordnung
100	Ausbeulanordnung
101	Stromversorgungseinheit
103	Schalt- und Leistungssteuerstufe
5 103a, 103b	Steuereingang
105	Gleichrichterstufe
107	Schalter
109	Temperaturmeßstufe
111	Anzeigeeinheit
10 113	Oberflächengeometrie-Auswertungseinheit
F1, F2	Brennpunkt
B	Beule

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausbeulen von Blechteilen, insbesondere von lackierten Teilen einer Fahrzeugkarosserie, wobei das Blechteil (3) im Bereich einer Beule (B) im wesentlichen berührungslos lokal erwärmt wird, derart, daß ein durch die lokale Erwärmung erzeugter mechanischer Spannungsgradient ein Zurückspringen der Beule in die Ursprungsform des Blechteiles bewirkt,
dadurch gekennzeichnet,
daß die lokale Erwärmung durch gerichtete Bestrahlung mit einem wesentlichen Strahlungsanteil im nahen Infrarotbereich, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen 800 nm und 2 µm ausgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die lokale Erwärmung im wesentlichen punktförmig im Mittenbereich und/oder ringförmig im Randbereich der Beule ausgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die lokale Erwärmung auf eine Endtemperatur unterhalb einer kritischen Temperatur begrenzt wird, bei der irreversible Veränderungen in einer Beschichtung (3a) des Blechteiles (3), insbesondere einer Lackschicht, erfolgen.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die lokale Erwärmung, insbesondere bei einem lackierten Karosserieblechteil, auf eine Endtemperatur im Bereich zwischen 100° Celsius und 200° Celsius ausgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- daß** während der lokalen Erwärmung die aktuelle Gestalt des Blechteils (3) im Bereich der Beule (B) erfaßt und im Ansprechen auf die Erfassung eines Zurückspringens in die Ausgangsform die Erwärmung beendet wird. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** während der lokalen Erwärmung die Temperatur am Erwärmungsort gemessen wird. 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Bereich einer Beule (B) als Ort der lokalen Erwärmung mit einem sichtbaren Lichtstrahl markiert wird. 15
8. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine im nahen Infrarotbereich, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen 800 nm und 2 µm, arbeitende Heizeinrichtung (5, 17, 101, 103), insbesondere mit einstellbarem Wärmeeintragsbereich und/oder einstellbarer Heizleistung, zur im wesentlichen berührungslosen lokalen Erwärmung des Blechteiles (3). 20
9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Heizeinrichtung (5, 17, 101, 103) als NIR-Strahlungsheizung mit vorbestimmter Richtcharakteristik ausgebildet ist, die insbesondere eine annähernd punktförmige Halogenlampe (17) aufweist, welche bei einer Oberflächentemperatur von 2500K oder mehr betrieben wird. 25
10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die NIR-Strahlungsheizung eine, insbesondere durch mindestens eine Blende und/oder mechanische Verstellmittel, veränderliche Richtcharakteristik aufweist. 30
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-10, **gekennzeichnet durch** eine Temperaturmesseinrichtung (21, 109) zur Erfassung der Temperatur des Blechteils (3) im Erwärmungsbereich (B), die insbesondere mit einem Steuereingang (103b) der Heizeinrichtung (103) verbunden ist, derart, daß **durch** Steuerung der Heizeinrichtung im Ansprechen auf das Ausgangssignal der Temperaturmesseinrichtung die Temperatur im Erwärmungsbereich mindestens begrenzt wird. 35
12. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperaturmesseinrichtung berührungslos arbeitet und insbesondere ein Strahlungspyrometer (21) aufweist. 40
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-12, **gekennzeichnet durch** eine Zieleinrichtung (19) zum Ausrichten der Heizeinrichtung (5, 17) auf den Bereich der Beule (B), wobei die Zieleinrichtung insbesondere einen mit der Heizeinrichtung fest verbundenen Strahler für fokussiertes sichtbares Licht aufweist. 45
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-13, **gekennzeichnet durch** eine optische Vermessungseinrichtung (19, 23, 113) zur Erfassung der aktuellen Gestalt des Blechteiles (B) im Bereich der Beule (B). 50
15. Anordnung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ziel- und/oder die Vermessungseinrichtung eine Laser-Strahlungsquelle (19) aufweist, welche insbesondere als gemeinsame Strahlungsquelle für die Ziel- und die Vermessungseinrichtung dient. 55

Claims

1. Method of removing dents from sheet-metal parts, in particular from lacquered parts of an automobile body, wherein the metal part (3) is locally warmed in the region of a dent (B) in a substantially non-contact manner, such that a mechanical tension gradient induced by the local warming causes the dent to spring back so as to restore the original shape of the metal part, **characterized in that** the local warming is carried out by the directed application of radiation, a substantial proportion of which is in the near-infrared region, in particular in the wavelength region between 800 nm and 2 µm.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the local warming is substantially punctate in the central region and/or annular in the peripheral region of the dent.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the local warming is limited to a final temperature below a critical temperature at which irreversible alterations would be produced in a coating (3a) of the metal part (3), in particular a layer of lacquer.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the local warming, in partic-

ular in the case of a lacquered metal part of an automobile body, is carried out up to a final temperature in the region between 100° Celsius and 200° Celsius.

5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** during the local warming the momentary shape of the metal part (3) in the region of the dent (B) is monitored and when it is detected that the metal has sprung back into its original shape, the response is to terminate the warming.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** during the local warming the temperature at the site of warming is measured.
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the region of a dent (B) is marked as the site for local warming by means of a visible light beam.
8. Apparatus for implementing the method according to one of the preceding claims, **characterized by** a heating device (5, 17, 101, 103), in particular with adjustable heat-introduction region and/or adjustable heat output, which is working in the near infrared region, in particular within the wavelength region between 800 nm and 2 μm, for the substantially non-contact local warming of the metal part (3).
9. Apparatus according to Claim 8, **characterized in that** the heating device (5, 17, 101, 103) is constructed as an NIR-radiation heater with predetermined directional characteristic, comprising in particular an approximately punctate halogen lamp (17) that is operated at a surface temperature of 2500 K or higher.
10. Apparatus according to Claim 9, **characterized in that** the NIR-radiation heater has a directional characteristic that can be altered, in particular by at least one aperture and/or mechanical displacement means.
11. Apparatus according to one of the claims 8-10, **characterized by** a temperature-measurement device (21, 109) to detect the temperature of the metal part (3) in the warming region (B), which in particular is connected to a control input (103b) of the heating device (103) in such a way that by controlling the heating device in response to the output signal from the temperature-measurement device, the temperature in the warming region is at least limited.
12. Apparatus according to Claim 11, **characterized in that** the temperature-measurement device operates in a non-contact manner and

in particular comprises a radiation pyrometer (21).

13. Apparatus according to one of the claims 8-12, **characterized by** an aiming device (19) to direct the heating device (5, 17) towards the region of the dent (B), such that the aiming device in particular comprises a radiator for focussed visible light that is fixedly attached to the heating device.
14. Apparatus according to one of the claims 8-13, **characterized by** an optical measurement device (19, 23, 113) to detect the momentary shape of the metal part (3) in the region of the dent (B).
15. Apparatus according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the aiming and/or the measurement device comprises a laser-radiation source (19) that in particular serves as a common source of radiation for the aiming and the measurement device.

Revendications

1. Procédé pour redresser des pièces en tôle, en particulier des pièces laquées d'une carrosserie de véhicule, la pièce en tôle (3), dans la zone d'une bosse (B), étant essentiellement échauffée localement sans contact, de manière telle qu'un gradient de tension mécanique créé par l'échauffement local déclenche un retour de la bosse à la forme d'origine de la pièce en tôle, **caractérisé en ce que** l'échauffement local est réalisé par une irradiation dirigée comprenant une proportion importante de rayonnements du domaine de l'infrarouge proche, en particulier du domaine des longueurs d'onde entre 800 nm et 2 μm.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échauffement local est exécuté essentiellement en forme de point dans la zone centrale et/ou en forme d'anneau dans la zone du bord de la bosse.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'échauffement local est limité à une température finale inférieure à une température critique à laquelle de modifications irréversibles d'un enduit (3a) de la pièce en tôle (3), en particulier d'une couche de laque, se produisent.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'échauffement local, en particulier dans le cas

d'une pièce en tôle laquée de carrosserie, est exécuté à une température finale du domaine situé entre 100 °C et 200 °C.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, 5
caractérisé en ce que
 pendant l'échauffement local, le profil actuel de la pièce en tôle (3) dans la zone de la bosse (B) est acquis et l'échauffement est interrompu en réponse à l'acquisition d'un retour à la forme initiale. 10
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, 15
caractérisé en ce que
 pendant l'échauffement local, la température de l'emplacement de l'échauffement est mesurée.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, 20
caractérisé en ce que
 la zone d'une bosse (B) est marquée par un rayon visible de lumière en tant qu'emplacement de l'échauffement local. 25
8. Disposition pour appliquer le procédé selon l'une des revendications précédentes, 30
caractérisée en ce que
 un dispositif de chauffage (5, 17, 101, 103), travaillant dans l'infrarouge proche, en particulier dans le domaine des longueurs d'onde de 800 nm à 2 µm, en particulier comportant un domaine d'apport de chaleur réglable et/ou une puissance de chauffage réglable, pour un échauffement essentiellement sans contact et local de la pièce en tôle (3). 35
9. Disposition selon la revendication 8, 40
caractérisée en ce que
 le dispositif de chauffage (5, 17, 101, 103) est constitué d'un chauffage à rayonnement infrarouge proche (NIR) d'une caractéristique directionnelle prédéterminée, comportant en particulier une lampe à halogène (17) proche de la forme d'un point, exploitée à une température superficielle de 2000 °K ou plus. 45
10. Disposition selon la revendication 9, 50
caractérisée en ce que
 le dispositif de chauffage à rayonnement infrarouge proche possède une caractéristique directionnelle modifiable, en particulier au moyen d'un cache au moins, et/ou de moyens mécaniques de réglage.
11. Disposition selon l'une des revendications 8 à 10, 55
caractérisée en ce que
 un dispositif de mesure de température (21, 109) pour l'acquisition de la température de la pièce en tôle (3) dans la zone de l'échauffement (B), est relié
- en particulier à une entrée de commande (103b) du dispositif de chauffage (103), de manière telle que par la commande du dispositif de chauffage en réponse au signal de sortie du dispositif de mesure de température, la température dans la zone de l'échauffement est au moins limitée.
12. Disposition selon la revendication 11, 60
caractérisée en ce que
 le dispositif de mesure de température fonctionne sans contact et comporte en particulier un pyromètre à radiation (21).
13. Disposition selon l'une des revendications 8 à 12, 65
caractérisée par
 un dispositif de visée (19) pour diriger sur la zone de la bosse (B) le dispositif de chauffage (5, 17), le dispositif de visée comportant en particulier un émetteur de rayonnements de lumière visible focalisée relié de manière fixe au dispositif de chauffage.
14. Disposition selon l'une des revendications 8 à 13, 70
caractérisée par
 un dispositif de mesurage optique (19, 23, 113) pour acquérir le profil actuel de la pièce en tôle (3) dans la zone de la bosse (B).
15. Disposition selon l'une des revendications 13 ou 14, 75
caractérisée en ce que
 le dispositif de visée et/ou le dispositif de mesurage comportent une source de rayonnement laser (19) qui, en particulier, sert de source de rayonnement commune pour le dispositif de visée et le dispositif de mesurage.

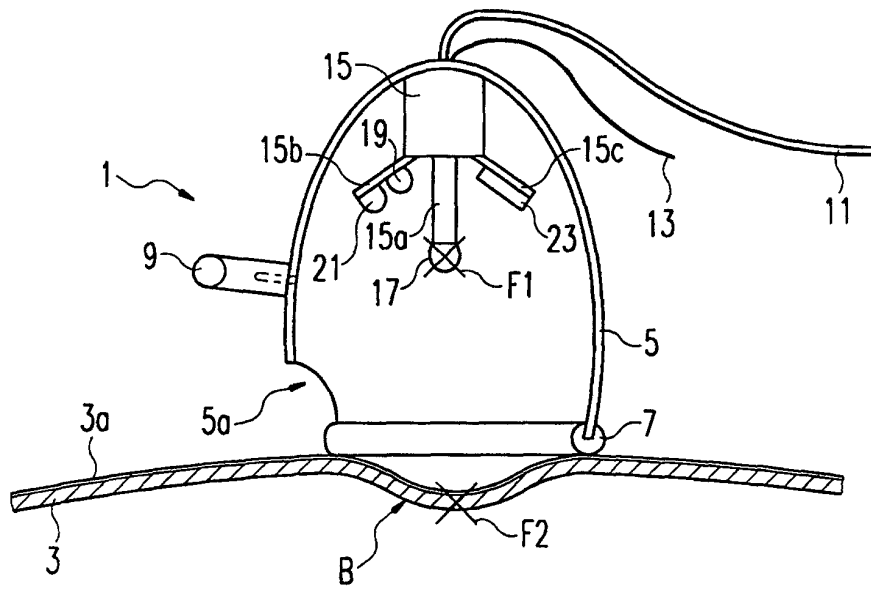


Fig. 1

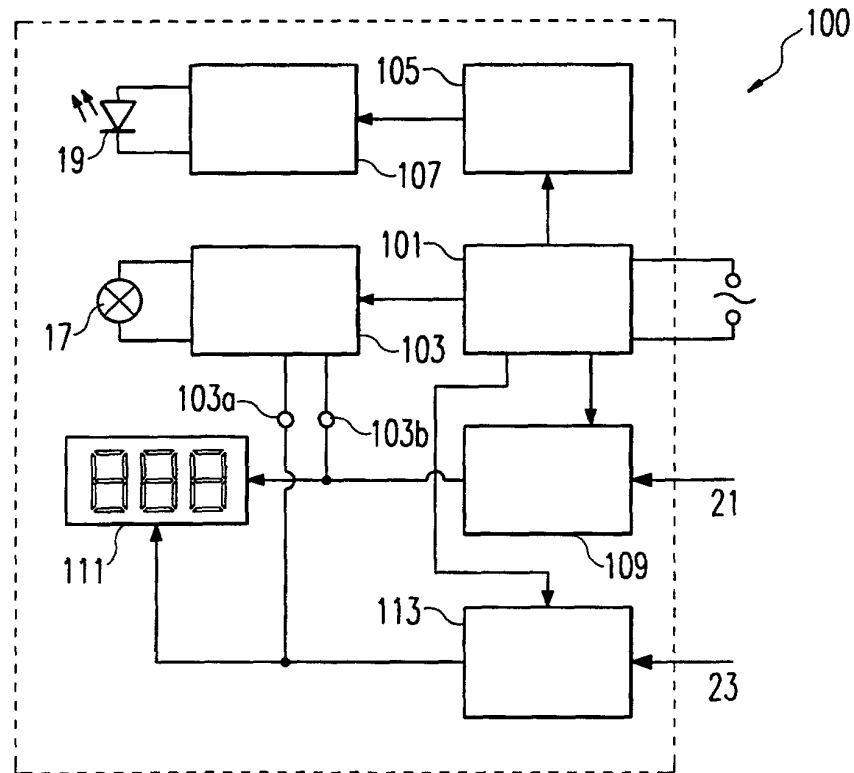


Fig. 2