

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Februar 2012 (09.02.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/016667 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C22F 1/047 (2006.01) C21D 8/04 (2006.01)
C22C 21/06 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/003822

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2011 (29.07.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10008039.9 2. August 2010 (02.08.2010) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BENTELER AUTOMOBILTECHNIK
GMBH** [DE/DE]; Elsener Strasse 95, 33102 Paderborn
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DIERSMANN, Hol-
ger** [DE/DE]; An der Rodelbahn 16, 49492 Westerkap-
peln (DE). **DÖRR, Jochen** [DE/DE]; Schünebusch 14,
33014 Bad Driburg (DE). **GREWE, Jochem** [DE/DE];
Dreiweg 2a, 33154 Salzkotten (DE). **HITZ, Andreas**
[DE/DE]; Friedrich-Groos-Str. 3, 59597 Erwitte (DE).

(74) Anwalt: **KSOLL, Peter**; Bockermann Ksoll Griepen-
stroh, Bergstr. 159, 44791 Bochum (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SHEET METAL MOULDING FOR MOTOR VEHICLES AND PROCESS FOR PRODUCING A SHEET METAL
MOULDING FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung : BLECHFORMTEIL FÜR KRAFTFAHRZEUGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
BLECHFORMTEILS FÜR KRAFTFAHRZEUGE

(57) Abstract: The motor vehicle sheet metal moulding of the invention is produced by hot forming from a metal sheet composed
of an aluminium alloy which cannot be precipitation hardened, which sheet is in the material state H12, H14, H16, H18, H19,
H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 or H38 in accordance with the European standard EN515:1993 and contains at least magne-
sium and optionally manganese in addition to aluminium as alloy component. The motor vehicle sheet metal moulding after for-
ming has, at least locally, degrees of forming which are above the limiting shape change curve of the aluminium alloy at room
temperature. To produce the motor vehicle sheet metal moulding, the metal sheet is heated at least locally to a temperature in the
range from 200°C to 400°C over a period of from 1 to 60 seconds. The heated metal sheet is subsequently placed in a forming tool
of a forming press and formed to produce the motor vehicle sheet metal moulding.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeugblechformteil ist warmformtechnisch hergestellt aus einem Blech
aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung, welches sich gemäß der Europäischen Norm EN515:1993 im Werkstoffzustand
H12, H14, H16, H18, H19, H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 oder H38 befindet und als Legierungskomponente neben Alu-
minium zumindest Magnesium und gegebenenfalls Mangan enthält. Das Kraftfahrzeugblechformteil weist nach der Umformung
zumindest lokal Umformgrade aufweist, die oberhalb der Grenzformänderungskurve der Aluminiumlegierung bei Raumtempera-
tur liegen. Zur Herstellung des Kraftfahrzeugblechformteils wird das Blech zumindest lokal erwärmt auf eine Temperatur zwi-
schen 200° C und 400° C innerhalb eines Zeitraums von 1 bis 60 Sekunden. Anschließend wird das erwärmte Blech in ein Um-
form Werkzeug einer Umformpresse eingelegt und zum Kraftfahrzeugblechformteil umgeformt.

WO 2012/016667 A1

BLECHFORMTEIL FÜR KRAFTFAHRZEUGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES BLECHFORMTEILS FÜR KRAFTFAHRZEUGE

Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugblechformteil aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Kraftfahrzeugblechformteils.

Es ist bekannt, hochbeanspruchte Fahrzeugkomponenten aus Aluminiumblechen herzustellen, wobei primär aushärtbare Legierungen eingesetzt werden. Der übliche Produktionsweg ist dabei das Vorformen des Aluminiumblechs geringerer Festigkeit mit anschließender Auslagerung zur Erzielung einer erhöhten Festigkeit.

Bei denjenigen Aluminiumlegierungen, bei denen keine Härtesteigerung durch eine Wärmebehandlung (Kalt- oder Warmauslagerung) erzielbar ist, kann eine Erhöhung der Festigkeit nur über die Umformung erreicht werden. Um auch aus Blechen dieser Legierungen komplexe Geometrien erstellen zu können, werden diese im Regelfall ebenso wie die aushärtbaren Legierungen in einem

weichen Zustand umgeformt. Das heißt, dass diese nicht aushärtbaren Aluminiumlegierungen beispielsweise zuvor weichgeglüht werden.

Von Nachteil ist, dass Pressteile, die durch Umformen dieser weichgeglühten, nicht aushärtbaren Aluminiumbleche hergestellt werden, nur in Bereichen hoher Umformgrade eine deutliche Festigkeitssteigerung erfahren, mit der Folge, dass das Leichtbaupotenzial mit Formteilen aus den wirtschaftlich günstigen, nicht aushärtbaren Aluminiumlegierungen relativ gering ist. Das ist auch der Grund dafür, dass nicht aushärtbare Aluminiumlegierungen überwiegend im Fahrwerksbereich als dickwandige Bauteile zum Einsatz kommen. Nicht aushärtbare Aluminiumlegierungen zeichnen sich zumeist durch sehr gute Korrosionsbeständigkeit aus. Zudem kommen sie oft bei nicht hochbeanspruchten Bauteilen zum Einsatz, allerdings ohne den Fokus auf besonderen Leichtbau zu richten.

Um die aktuellen und zukünftigen Anforderungen an die Gewichtsoptimierung von Fahrzeugen zu erfüllen, muss versucht werden, bei allen Bauteilen Gewicht zu sparen. Dies betrifft auch Bauteile aus nicht aushärtbaren Aluminiumlegierungen. Diese Aluminiumlegierungen sind als Bleche höherer und hoher Festigkeit verfügbar, die durch Kaltwalzen oder durch Kaltwalzen mit gezielter Rückglühung hergestellt werden. Aus diesen im Handel erhältlichen Halbzeugen lassen sich jedoch bisher keine komplexen Bauteile herstellen, obwohl dies auf Grund der möglichen Gewichtsreduktion und der Materialersparnis wirtschaftlich interessant wäre.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein qualitativ hochwertiges Kraftfahrzeugblechformteil aus einer Aluminiumlegierungen aufzuzeigen mit verbesserten Bauteileigenschaften, welches insbesondere eine hohe Festigkeit besitzt und/oder eine höhere Duktilität bei gleicher Festigkeit.

Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit aufzuzeigen, wie aus Blechen, bestehend aus walzharten, nicht aushärtbaren Aluminiumlegierungen, umformtechnisch ein komplexes Bauteil hoher Festigkeit hergestellt werden kann.

Die Lösung des gegenständlichen Teils der Aufgabe besteht in einem Kraftfahrzeugblechformteil gemäß Anspruch 1.

Das Kraftfahrzeugblechformteil ist hergestellt aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung, welches sich gemäß der europäischen Norm EN 515:1993 im Werkstoffzustand H12, H14, H16, H18, H19, H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 oder H38 befindet und als Legierungskomponente neben Aluminium zumindest Magnesium und gegebenenfalls Mangan enthält. Das Kraftfahrzeugblechformteil ist warmformtechnisch hergestellt, wobei das Ausgangsblech zumindest partiell erwärmt und anschließend zum Kraftfahrzeugblechformteil umgeformt ist. Zumindest lokal weist das Kraftfahrzeugblechformteil Umformgrade auf, die oberhalb der Grenzformänderungskurve der Aluminiumlegierung bzw. des Ausgangsblechs bei Raumtemperatur liegen.

Die Grenzformänderungskurve ist ein wichtiger Parameter für die Umformung. Jedes Material hat seine individuelle Grenzformänderungskurve, die gewöhnlich nach Nakajima oder Marciniak mit Hilfe von Tiefungsversuchen an Blechproben ermittelt wird. Die Grenzformänderungskurve beschreibt die maximale Formbarkeit eines Materials. Überschreiten die Umformgrade die Umformgrenzwerte und liegen oberhalb der Grenzformänderungskurve, können an diesen kritischen Stellen lokale Einschnürungen oder Risse im Bauteil auftreten. Infolge überdehnter Bereiche mit unzulässiger Materialdickenabnahme ist eine Bauteilsicherheit nicht garantiert.

Erfindungsgemäß werden Kraftfahrzeugblechformteile bereitgestellt aus Blechen aus walzharten Aluminiumlegierungen, die konventionell nicht herstellbar sind. Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeugblechformteil weist zumindest lokal Umformgrade auf, die aus dem Ausgangsmaterial bei Raumtemperatur nicht herstellbar sind bzw. bei dem konventionell hergestellt zumindest lokal Kombinationen von Haupt- und Nebenformänderungen auftreten, die das Material im kalten Zustand bzw. bei Raumtemperatur nicht rissfrei ertragen könnte. Konventionell hergestellt würde das

Formänderungsvermögen des Materials bei Raumtemperatur bei der Umformung überschritten und es würde zum Versagen durch Risse kommen. Solche Risse treten beim erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugblechformteil nicht auf.

Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeugblechformteil besteht aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung bzw. aus einem Blech aus einer solchen Aluminiumlegierung. Dieses Blech ist umformtechnisch zu einem komplexen dreidimensionalen Kraftfahrzeugblechformteil umgeformt worden. Die hierbei zumindest lokal vorgenommenen Umformgrade sind der Gestalt, dass das Bauteil kalt, beispielsweise aus einem Blech im Zustand H111 gemäß Norm EN 515, nicht herstellbar ist. Erst die im Rahmen der Erfindung vorgenommene Warmumformung ermöglicht die Herstellung des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugblechformteils, welches qualitativ hochwertig ist, ohne Materialfehler bzw. -schwächungen mit einer hohen Festigkeit bzw. einer höheren Duktilität bei gleicher Festigkeit als konventionell hergestellte Kraftfahrzeugblechformteile aus Aluminiumlegierungen.

Bei der Blechumformung hat sich für die Beschreibung der Umformbarkeit - wie bereits vorstehend ausgeführt - die so genannte Grenzformänderungskurve (auch Grenzformänderungsdiagramm genannt) durchgesetzt. Die Grenzformänderungskurve beschreibt die Versagensgrenze bei unterschiedlichen Deformations- und Spannungszuständen. In einer Grenzformänderungskurve ist spezifisch für den jeweiligen Werkstoff für unterschiedliche Beanspruchungszustände das Versagen durch Einschnürung bzw. das Auftreten von Reißern dargestellt. Diese Orte des Versagens werden in verschiedenen Tests ermittelt und dann für die unterschiedlichen Werkstoffe die Grenzformänderungskurve erstellt, indem der Hauptumformgrad ϕ_1 über den Nebenumformgrad ϕ_2 eingetragen ist.

Die Grenzformänderungskurve bietet die Möglichkeit, die Verfahrensgrenzen bei der Umformung von Blechwerkstoffen zu bestimmen und dient somit der Beurteilung der Umformeigenschaften von Blechen. Grundsätzlich gilt, dass der

Abstand der an einem umgeformten Bauteil gemessenen Formänderung zur Grenzformänderungskurve ein Maß der Sicherheit bei der Herstellung von Ziehteilen ist. Mit Hilfe der Formänderungsanalyse und dem Vergleich mit der Grenzformänderungskurve erfolgt folglich eine sichere Beurteilung des Umformprozesses von Blechen. Durch die Grenzformänderungskurve wird die Qualität des Materials anschaulich definiert und so dem Anwender die Wahl des richtigen Werkstoffs erleichtert. Hier setzt die Erfindung an. Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass ein Kraftfahrzeugblechformteil aus einer Aluminiumlegierung der beanspruchten Art hergestellt werden kann zur Herstellung von Bauteilen mit hoher Festigkeit und/oder Duktilität, wobei dieses Kraftfahrzeugblechformteil Umformgrade aufweist, die sich konventionell nicht realisieren lassen. Folglich charakterisiert sich das erfindungsgemäße Kraftfahrzeugblechformteil dadurch, dass es zumindest lokal Umformgrade aufweist, die oberhalb der Grenzformänderungskurve der Aluminiumlegierung bzw. des aus dieser Aluminiumlegierung bestehenden Ausgangsblechs bei Raumtemperatur liegen.

Bei einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugblechformteil ist die Dehngrenze $R_{p0,2}$ gegenüber dem Ausgangsblech um maximal 30 % reduziert (Anspruch 2). Des Weiteren weist das Kraftfahrzeugblechformteil eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ auf, die mindestens 20 % höher ist als die Dehngrenze eines vergleichbaren Kraftfahrzeugblechformteils, welches aus einem Blech aus einer Aluminiumlegierung im Zustand O/H111 gemäß der europäischen Norm EN 515:1993 geformt ist (Anspruch 3). Der Zustand O bedeutet weich geglüht. Mit dem Zustand O können Erzeugnisse bezeichnet werden, bei denen die für den weich geglühten Zustand geforderten Eigenschaften durch Warmumformungsverfahren erzielt werden.

Der Zustand H111 bedeutet geglüht und durch anschließende Arbeitsgänge, zum Beispiel Recken oder Richten, geringfügig kaltverfestigt (weniger als H11).

Wie erwähnt ist die Dehngrenze $R_{p0,2}$ eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugblechformteils gegenüber einem konventionell hergestellten

Kraftfahrzeugblechformteil deutlich um mindestens 20 % gesteigert. Ein Kraftfahrzeugblechformteil aus einem 1 mm starken Blech, das konventionell eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von 110 N/mm² hat, weist nunmehr eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von 132 N/mm² oder höher auf. Bei einem Kraftfahrzeugblechformteil aus einem 1 mm bis 3 mm starken Blech ist konventionell eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von 105 N/mm² gefordert. Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeugblechformteil dieser Wandstärke besitzt eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 126 N/mm². Kraftfahrzeugblechformteile aus Blechen mit einer Wandstärke von größer 3 mm sollen konventionell eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von 100 N/mm² aufweisen. Erfindungsgemäß besitzt ein Kraftfahrzeugblechformteil dieser Wandstärke und der anspruchsgemäßen Aluminiumlegierung eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ von mindestens 120 N/mm².

Der verfahrensmäßige Teil der Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 4 gelöst.

Das Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugblechformteils kann wie folgt beschrieben werden:

Ein wesentlicher Schritt der Erfindung ist, dass der Temperaturbereich, auf den das Blech (Ausgangsblech) erwärmt wird, zwischen 200 °C und 400 °C, insbesondere kleiner als 370 °C, ist und die Erwärmung und presstechnische Herstellung des Bauteils innerhalb eines Zeitraums von 1 bis 60 Sekunden erfolgt, wonach das erwärmte Blech in ein Umformwerkzeug einer Umformpresse eingelegt und zum Blechformteil umgeformt wird.

Vorzugsweise erfolgt dann ein Abkühlen des Bleches auf eine Temperatur kleiner 200 °C innerhalb von 60 Sekunden nach der Erwärmung, vorzugsweise durch Umformen in einem Werkzeug, dessen Temperatur kleiner 200 °C bis 300 °C ist, oder Abkühlen in einer Vorrichtung nach der Umformung unter 200 °C bis 300 °C.

Insbesondere wird das erwärmte Blech in ein kaltes Umformwerkzeug eingelegt, wobei unter einem kalten Umformwerkzeug ein unbeheiztes bzw. nicht fremdbeheiztes Umformwerkzeug zu verstehen ist.

Im Rahmen der Erfindung erfolgt vorzugsweise eine aktive Abkühlung des umgeformten Blechs. Grundsätzlich ist aber auch eine passive Abkühlung denkbar, bei der das Blech bzw. das geformte Blechformteil der Umformpresse entnommen und ohne zusätzliche Kühlungsmaßnahmen unter Umgebungsbedingungen abkühlt.

Mit den üblichen Erwärmungsmethoden auf Temperaturen um 300 °C geht ein Großteil der Festigkeit bei dem Erwärmen im Ofen verloren. Es wurde jedoch festgestellt, dass sowohl die Rekristallisation als auch die Erholung des Gefüges von einer Temperatur-Zeitschwelle abhängig sind. Daher ist vorgesehen, ein walzhartes, nicht aushärtbares Aluminiumblech welches sich gemäß der Europäischen Norm EN515:1993, deren Offenbarung hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist, im Werkstoffzustand H12, H14, H16, H18, H19, H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 oder H38 befindet und als Legierungskomponente neben Aluminium zumindest Magnesium und gegebenenfalls Mangan enthält, mit einer extrem hohen Geschwindigkeit aufzuheizen und dann so schnell in einem kalten Umformwerkzeug umzuformen, dass ein Großteil der Festigkeit im gesamten Bauteil erhalten bleibt. Gemäß Anspruch 2 ist die Dehngrenze $R_{p0,2}$ des hergestellten Kraftfahrzeugblechformteils gegenüber dem Ausgangsblech um maximal 30 % reduziert. Experimente haben gezeigt, dass es ab einer legierungsabhängigen Schwelle aus Temperatur und Haltezeit zu einem Steilabfall der Eigenschaften des wieder erkalteten Bauteils kommt, wobei insbesondere die Dehngrenze $R_{p0,2}$ sehr zurückgeht. Dabei ist insbesondere die durch die Temperatur bedingte Grenze des Prozessfensters sehr schmal, aber auch die Haltezeit wird zunehmend kritischer, wenn man sich der Temperatur-Zeit-Schwelle nähert. Damit das Umformvermögen ausreichend groß ist, ist jedoch abhängig von der Bauteilgeometrie eine vergleichsweise hohe Temperatur von bis zu 300°C notwendig um die Formgebung zu erzielen, daraus kann, je nach Legierung ein

vergleichsweise kleines Prozessfenster resultieren. Generell bringt das Herstellungsverfahren mit steigender Erwärmungs- und Haltezeit bei den umformtechnisch erforderlichen Temperaturen einen leichten Verlust an Festigkeit mit sich, so dass erfindungsgemäß möglichst kurze Gesamtzeiten auf Temperatur anzustreben sind. Da für das Handling nach der Erwärmung und dem Abpressen der Bleche bestimmte Taktzeiten technisch kaum, oder nur mit unwirtschaftlichem Aufwand, zu unterschreiten sind, bietet eine möglichst schnelle Erwärmung die besten Möglichkeiten Bauteile mit einer Festigkeit nahe der des Ausgangsbleches herzustellen. Hierzu muss das Blech auf eine Temperatur von mindestens 200 °C und höchstens 400 °C, vorzugsweise 250 °C bis 370 °C, insbesondere 270 °C bis 300 °C erwärmt werden. Die zugehörigen Aufheizzeiten für das erfindungsgemäße Verfahren liegen bei 1 bis 60 Sekunden, und damit deutlich unter denen die bei einer üblichen Ofenerwärmung auf die genannten Temperaturen möglich sind. Die Erwärmung kann deshalb vorzugsweise resistiv, konduktiv, induktiv oder kapazitiv erfolgen. Wobei der Erwärmungszeitraum, wie oben beschrieben, vorzugsweise kürzer ist und unter 45 Sekunden, insbesondere für Temperaturen oberhalb 250 °C unterhalb 30 Sekunden liegen sollte.

Vorzugsweise wird das Blech - wie ausgeführt - in einem Zeitraum von 1 bis 30 Sekunden erwärmt und in längstens 60 Sekunden geformt und zumindest lokal unter 260 °C abgekühlt.

Die Europäische Norm EN515 legt fest, wie Basiszustände von Aluminiumhalbzeugen zu bezeichnen sind. Der Buchstabe H bedeutet kaltverfestigt. Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Sicherstellung der festgelegten mechanischen Eigenschaften nach dem Weichglühen (oder nach dem Warmumformen) einer Kaltumformung oder einer Kombination aus Kaltumformung und Erholungsglühen bzw. Stabilisieren unterzogen werden. An den Buchstaben H schließen sich zwei Ziffern an, die erste zur Kennzeichnung der Art der thermischen Behandlung, die zweite zur Kennzeichnung des Grades der Kaltverfestigung.

Unter Kaltumformung wird die plastische Umformung eines Metalls bei einer Temperatur und Geschwindigkeit verstanden, die zu einer Kaltverfestigung führt. Kaltverfestigung ist die Veränderung des Metallgefüges durch Kaltumformung, die zu erhöhter Festigkeit und Härte führt, wobei die Formbarkeit abnimmt.

Die Zustandsbezeichnung H1x steht für nur kaltverfestigte Erzeugnisse, die zur Erzielung der gewünschten Festigkeit ohne zusätzliche thermische Behandlung kaltverfestigt werden.

Die Zustandsbezeichnung H2x bedeutet kaltverfestigt und rückgeglüht. Dies gilt für Erzeugnisse, die über die gewünschte Endfestigkeit hinaus kaltverfestigt und dann durch Rückglühen auf die gewünschte Festigkeit entfestigt werden.

Die Zustandsbezeichnung H3x bedeutet kaltverfestigt und stabilisiert und gilt für kaltverfestigte Erzeugnisse, deren mechanische Eigenschaften durch eine thermische Behandlung bei niedriger Temperatur oder durch eine während der Bearbeitung vorgenommene Erwärmung stabilisiert werden. Stabilisieren verbessert im Allgemeinen das Umformvermögen. Diese Bezeichnung gilt nur für Legierungen, die sich ohne Stabilisierung durch Lagerung bei Raumtemperatur entfestigen.

Die zweite Ziffer nach dem H gibt den endgültigen Grad der Kaltverfestigung an, der durch die Mindestwerte der Zugfestigkeit gekennzeichnet ist. Die Zahl 8 wird den härtesten Zuständen, die üblicherweise hergestellt werden, zugeordnet. Die Zahl 9 bezeichnet Zustände, deren Mindestzugfestigkeit um 10 MPa oder mehr über der Zustände H8x liegt. Die Zahlen 2, 4 und 6 bezeichnen Zwischenzustände. Dementsprechend bedeutet H12 kaltverfestigt-1/4 hart, H14 kaltverfestigt-1/2 hart, H16 kaltverfestigt-3/4 hart und H18 kaltverfestigt-4/4 hart (voll durchgehärtet). Dementsprechend sind bei den Zuständen H22/24/26/28 kaltverfestigte und rückgeglühte Werkstoffe kategorisiert bzw. bei Zustandsangaben H32/34/36/38 kaltverfestigte und stabilisierte Werkstoffe. Insgesamt sollen daher Bleche zum Einsatz kommen,

die walzhart sind und somit eine Kaltverfestigung durch Walzen erfahren haben.

Der Vorteil der Erfindung ist, dass ein relativ komplexes Bauteil aus einer walzharten, nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung herstellbar ist, das komplett oder in Teilbereichen eine hohe Festigkeit aufweist. Das Besondere ist, dass die Teilbereiche hoher Festigkeit nicht von der Umformung und den eingebrachten Umformgraden abhängig sind. Dadurch ergibt sich ein alternativer Fertigungsweg im Vergleich zu aushärtbaren Legierungen, die auf Grund deutlich höherer Halbzeugkosten und einer bis zu 24 Stunden andauernden Wärmebehandlung des Bauteils hohe Produktionskosten mit sich bringen.

Ein offenes Blechformteil im Sinne dieser Erfindung ist ein aus einer Blechplatine, also aus einem im Wesentlichen ebenen Ausgangszustand presstechnisch hergestelltes Bauteil. Das Ausgangsmaterial ist durch Abwalzen auf einen bestimmten Zielwert kaltverfestigt worden. Ein offenes Blechformteil im Sinne der Erfindung meint nicht Hohlprofil.

Im Rahmen der Erfindung soll das walzharte, nicht aushärtbare Aluminiumblech vorzugsweise vollständig erwärmt und umgeformt werden. Denkbar ist aber auch eine partielle Warmumformung, indem das Blech vor der Umformung bereichsweise auf unterschiedliche Temperaturen erwärmt wird. Es ist auch denkbar, dass das Blech Bereiche aufweist, die unterschiedlich lang erwärmt worden sind, sei es, um unterschiedliche Zieltemperaturen zu erreichen oder um durch die Erwärmungsdauer die lokalen Verformungseigenschaften des Blechs bzw. die Zielfestigkeiten zu beeinflussen.

Das Blech kann vorzugsweise resistiv, konduktiv, induktiv oder kapazitiv erwärmt werden.

Teile des Bleches bzw. des Blechformteils können nach der Umformung in einer Vorrichtung weiter auf Temperatur gehalten oder erhitzt werden.

Mit dem der Erfindung zugrunde liegenden Verfahren ist es auch möglich, Bauteile, die nur in bestimmten Bereichen eine hohe Festigkeit aufweisen sollen, zu schaffen, wobei die Bauteile in anderen Bereichen gezielt eine geringere Festigkeit besitzen können, bei gleichzeitig verbesserten Dehnwerten. Hierbei wird das Ziel verfolgt, ein im Allgemeinen gegenüber einem komplett harten Bauteil verbessertes Bauteil zu schaffen, das insbesondere hinsichtlich des Verformungsverhaltens bei einem Unfall günstigere Eigenschaften besitzt, sei es im Hinblick auf die Energieaufnahme oder im Hinblick auf die Gewichtsersparnis.

Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, die bereichsweise unterschiedlich lange und hohe Erwärmung des Blechs während des Umformvorgangs fortzusetzen. Hierzu kann das Umformwerkzeug einen Formhohlraum aufweisen mit wenigstens einem Bereich, der beheizt wird. Alternativ oder zusätzlich zu beheizten Stellen im Werkzeug können auch gekühlte Bereiche vorgesehen sein. Durch die beheizten Bereiche im Umformwerkzeug besteht die Möglichkeit, das Werkstück innerhalb eines zusätzlichen Zeitraums auf höherer Temperatur zu halten, indem zunächst ein bestimmter Bereich länger anhaltend erwärmt wird.

Bei einer Mehrstufenumformung können auch in weiteren Werkzeugstufen Formhöhlräume vorgesehen sein, die teilgeheizt sind. In gleicher Weise ist in einem auf die Umformung folgenden Prozessschritt eine zeitlich weitergehende oder höhere Erwärmung mittels eines partiell wirkenden Ofens oder eines Induktors möglich. Es wird allerdings als zweckmäßig angesehen, insbesondere die Variante höhere Erwärmungstemperatur vor der Umformung zu realisieren und nicht im Anschluss an die Umformung.

Automobilteile, die heute bevorzugt in aushärtbaren Legierungen gefertigt werden und künftig vorteilhaft durch erfindungsgemäße Kraftfahrzeugblechformteile ersetzt werden können, sind:

- A, B, C – Säulen
- Längsträger (Schweller, Mitteltunnel)

- Querträger (Sitz- / Dach-)
- Crashboxen
- Bumper-Querträger
- Verstärkungsbleche allgemein
- Verstärkungsblech im Bodenbereich
- Stirnwandquerträger (oben, Mitte, unten)
- Fersenblechquerträger
- Türbrüstung
- Federbeindom

Automobilteile, die heute bevorzugt aus weichen nichtaushärtbaren Legierungen gefertigt werden und künftig vorteilhaft durch erfindungsgemäße Kraftfahrzeugblechformteile ersetzt werden können, sind:

- Türinnenbleche
- Schubfelder
- Bodenbleche
- Heckklappeninnenblech + Motorhaubeninnenblech
- Querträger (Sitz- / Dach-)
- Verstärkungsbleche allgemein
- Verstärkungsblech im Bodenbereich
- Stirnwandquerträger (oben, Mitte, unten)
- Fersenblechquerträger
- Längsträger (Schweller, Mitteltunnel)

Crashversuche haben gezeigt, dass erfindungsgemäße bzw. erfindungsgemäß hergestellte Kraftfahrzeugblechformteile im Crash eine überraschend hohe Duktilität zeigen, das heißt, es sind große Deformationen der Bauteile möglich, ohne dass es zum Versagen durch Risse kommt. Außerdem konnte in Versuchen gezeigt werden, dass die Energieaufnahme im Crashfall bei gleicher Intrusion um 15 % höher liegt als bei Blechformteilen aus der gleichen Legierung, die jedoch nicht nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden sind. Noch größer ist der Unterschied in der Energieaufnahme bis zum Beginn einer plastischen Deformation, bedingt durch den hohen $R_{p0.2}$. Dies ist bedeutend für Bauteile, die hohe (Crash-)Kräfte weiterleiten sollen, ohne selbst plastisch zu deformieren (z. B. Bumper-Querträger).

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugblechformteil hergestellt aus einem Blech aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung, welches sich gemäß der Europäischen Norm EN515:1993 im Werkstoffzustand H12, H14, H16, H18, H19, H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 oder H38 befindet und als Legierungskomponente neben Aluminium zumindest Magnesium und gegebenenfalls Mangan enthält, wobei das Blech zumindest partiell erwärmt und zum Kraftfahrzeugblechformteil umgeformt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeugblechformteil zumindest lokal Umformgrade aufweist, die oberhalb der Grenzformänderungskurve der Aluminiumlegierung bei Raumtemperatur liegen.
2. Kraftfahrzeugblechformteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehngrenze $R_{p0,2}$ des Kraftfahrzeugblechformteils gegenüber dem Blech um maximal 30 % reduziert ist.
3. Kraftfahrzeugblechformteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftfahrzeugblechformteil eine Dehngrenze $R_{p0,2}$ aufweist, die mindestens 20 % höher ist, als die Dehngrenze eines vergleichbaren Kraftfahrzeugblechformteils, welches aus einem Blech aus einer Aluminiumlegierung im Zustand O/H111 geformt ist.
4. Verfahren zur Herstellung eines offenen Blechformteils aus einer walzharten, nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung mit folgenden Schritten:
 - a) Bereitstellen eines Blechs aus einer nicht aushärtbaren Aluminiumlegierung, welches sich gemäß der Europäischen Norm EN515:1993 im Werkstoffzustand H12, H14, H16, H18, H19, H22, H24, H26, H28, H32, H34, H36 oder H38 befindet und als Legierungskomponente neben Aluminium zumindest Magnesium und gegebenenfalls Mangan enthält;

- b) zumindest lokales Erwärmen des Blechs auf eine Temperatur zwischen 200 °C und 400 °C innerhalb eines Zeitraums von 1 bis 60 Sekunden;
 - c) Einlegen des erwärmten Blechs in ein Umformwerkzeug einer Umformpresse und Umformen des Blechs zu dem Blechformteil.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech auf eine Temperatur kleiner 200 °C abgekühlt wird innerhalb von 60 Sekunden nach der Erwärmung, vorzugsweise durch Umformen in einem Werkzeug, dessen Temperatur kleiner 200 °C - 300 °C ist, oder Abkühlen in einer Vorrichtung nach der Umformung unter 200 °C - 300 °C.
 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech vor dem Umformen auf Temperaturen zwischen 250 °C und 370 °C erwärmt wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech vor dem Umformen auf Temperaturen zwischen 270 °C und 350 °C erwärmt wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech in einem Zeitraum von 1 bis 30 Sekunden erwärmt und in längstens 60 Sekunden geformt und zumindest lokal unter 260 °C abgekühlt wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech vor der Umformung bereichsweise auf unterschiedliche Temperaturen erwärmt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Blech bereichsweise unterschiedlich lange erwärmt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/003822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C22F1/047 C22C21/06 C21D8/04 C21D9/46 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22F C22C C21D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, CHEM ABS Data, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009 012041 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND) 22 January 2009 (2009-01-22) page 3 - page 5 -----	1-3
X,P	DE 10 2009 008282 A1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 19 August 2010 (2010-08-19) claims 1-4 -----	4,9,10
X	US 2006/130941 A1 (LITALIEN PIERRE [FR] ET AL) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraph [0005] - paragraph [0011] paragraph [0025] - paragraph [0027] paragraph [0043] - paragraph [0045] paragraph [0050] - paragraph [0057] -----	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 October 2011	Date of mailing of the international search report 25/10/2011	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Huber, Gerrit	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/003822

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2009012041 A	22-01-2009	NONE	
DE 102009008282 A1	19-08-2010	FR 2941879 A1	13-08-2010
		US 2010218860 A1	02-09-2010
US 2006130941 A1	22-06-2006	AR 043213 A1	20-07-2005
		AT 375828 T	15-11-2007
		AU 2004216425 A1	10-09-2004
		BR PI0407807 A	14-02-2006
		CA 2516636 A1	10-09-2004
		CN 1753740 A	29-03-2006
		DE 602004009545 T2	07-08-2008
		EP 1601478 A1	07-12-2005
		ES 2295824 T3	16-04-2008
		FR 2851579 A1	27-08-2004
		WO 2004076092 A1	10-09-2004
		JP 2006519105 A	24-08-2006
		KR 20050106452 A	09-11-2005
		MX PA05008819 A	18-10-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/003822

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. C22F1/047 C22C21/06 C21D8/04 C21D9/46
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

C22F C22C C21D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2009 012041 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND) 22. Januar 2009 (2009-01-22) Seite 3 - Seite 5	1-3
X,P	DE 10 2009 008282 A1 (BENTELER AUTOMOBILTECHNIK GMBH [DE]) 19. August 2010 (2010-08-19) Ansprüche 1-4	4,9,10
X	US 2006/130941 A1 (LITALIEN PIERRE [FR] ET AL) 22. Juni 2006 (2006-06-22) Absatz [0005] - Absatz [0011] Absatz [0025] - Absatz [0027] Absatz [0043] - Absatz [0045] Absatz [0050] - Absatz [0057]	1-9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Huber, Gerrit

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/003822

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009012041 A	22-01-2009	KEINE	
DE 102009008282 A1	19-08-2010	FR 2941879 A1	13-08-2010
		US 2010218860 A1	02-09-2010
US 2006130941 A1	22-06-2006	AR 043213 A1	20-07-2005
		AT 375828 T	15-11-2007
		AU 2004216425 A1	10-09-2004
		BR PI0407807 A	14-02-2006
		CA 2516636 A1	10-09-2004
		CN 1753740 A	29-03-2006
		DE 602004009545 T2	07-08-2008
		EP 1601478 A1	07-12-2005
		ES 2295824 T3	16-04-2008
		FR 2851579 A1	27-08-2004
		WO 2004076092 A1	10-09-2004
		JP 2006519105 A	24-08-2006
		KR 20050106452 A	09-11-2005
		MX PA05008819 A	18-10-2005