



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 537 951 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.06.2005 Patentblatt 2005/23**

(51) Int Cl.7: **B25B 11/00**

(21) Anmeldenummer: **04400066.9**

(22) Anmeldetag: **29.11.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL HR LT LV MK YU**

(72) Erfinder:  
• **Metzner, Thilo**  
**01936 Königsbrück (DE)**  
• **Metzner, Simon**  
**01936 Schmorkau (DE)**

(30) Priorität: **01.12.2003 DE 10357268**

(74) Vertreter: **Kailuweit, Frank, Dr. Dipl.-Ing.**  
**Patentanwälte Kailuweit & Uhlemann,**  
**Bamberger Strasse 49**  
**01187 Dresden (DE)**

(71) Anmelder: **MB-PORTATEC GmbH**  
**01936 Schmorkau (DE)**

(54) **Verfahren und Anordnung zur Bearbeitung von Dünoblechen und dünnwandigen, einfach oder doppelt gekrümmten Platten oder Schalen**

(57) Bei dem Verfahren zur Bearbeitung von Dünoblechen und dünnwandigen, einfach oder doppelt gekrümmten, dreidimensional geformten Blechen, Platten oder Schalen, insbesondere durch materialabtragende Bearbeitungsverfahren, wie Fräsen und Bohren, wird in einem ersten Schritt unter Verwendung eines Vakuums über eine als Verteiler oder Diffusor wirkende Schicht auf der Oberfläche des zu spannenden Werkstückes eine für die Lagefixierung hinreichend große Oberflächenspannung erzeugt. Anschließend erfolgt die spannende Bearbeitung des Werkstückes, wobei die Schnitt-

parameter, insbesondere die Schnittgeschwindigkeit und die Vorschubgeschwindigkeit so eingestellt werden, dass es zu einer definierten lokalen Erwärmung in der Berührungszone von Werkzeug und Werkstück kommt und die Temperaturspitze größer oder gleich der Schmelztemperatur der Oberfläche des Verteilers oder Diffusors ist. Nach der vollständigen spannenden Bearbeitung des Werkstückes wird die Vakuumspannung gelöst und das Werkstück von der Spanneinrichtung abgehoben.

**EP 1 537 951 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Bearbeitung von Dünnschichten und dünnwandigen, einfach oder doppelt gekrümmten, dreidimensional geformten Blechen, Platten oder Schalen, insbesondere durch materialabtragende Bearbeitungsverfahren, wie Fräsen und Bohren.

**[0002]** Bei der materialabtragenden Bearbeitung von dünnwandigen Blechen sind die Bearbeitungskräfte und damit die Vorschubgeschwindigkeiten maßgeblich von den Möglichkeiten des Fixierens der Teile beim Durchtrennen der Verbindung zum Restgitter abhängig. Insbesondere gilt das beim Herstellen von kleinen Teilen, wo oft die übliche Vakuumspannung keine genügend große Fläche vorfindet, um das Teil zu halten.

**[0003]** Bekanntermaßen wird versucht, durch die Erhöhung des Oberflächenreibungswertes von auswechselbaren Unterlagen aus Papier oder ähnliche, teilweise luftdurchlässigen Materialien eine größere, durch das Vakuum verursachte Haftreibung zu erzielen.

Haftspray oder ähnliche Mittel sind jedoch produktionstechnisch schwer zu handhaben, da zugleich alle ungewünschten Partikel wie Späne und dergleichen auf den Auflageflächen haften und erhebliche Risiken für eine einwandfreie Vakuumspannung darstellen.

**[0004]** Bekannte Unterlagen mit Saugnapfcharakter aus Gummi sind kostenintensiv und für Kleinstteile weniger gut geeignet.

**[0005]** Aus der DE 201 17 390 U1 ist eine Vorrichtung zum Spannen von zu bearbeitenden Platten mit Unterdruck bekannt. Die Vorrichtung weist eine ebene Abstützplatte auf, die von ihrer Oberseite zu ihrer Unterseite führende Durchbrechungen besitzt. Zwischen der Oberseite der Abstützplatte und der Unterseite einer zu bearbeitenden Werkstückplatte ist eine begrenzt luftdurchlässige Schicht aus Filterpapier angeordnet. Über eine Vakuumpumpe kann ein partielles Vakuum erzeugt werden, welches über Durchströmungsdrosselmittel und über die begrenzt luftdurchlässige Schicht auf das Werkstück wirkt. Dadurch wird es ermöglicht, unabhängig von dem jeweiligen Umriss der zu bearbeitenden Platte an deren Unterseite einen zum Spannen hinreichend großen Unterdruck zu erzeugen.

In einer Weiterentwicklung ist die Abstützplatte für sich genommen nicht formstabil, sondern folienartig dünn und flexibel. Wenn eine solche Abstützplatte unter Zwischenordnung von luftdurchlässigem Filtermaterial definierter Dicke auf der Basisplatte angeordnet wird, ergibt sich eine definierte Oberseite der Abstützplatte, die zum Spannen von zu bearbeitenden Platten unter Zwischenordnung des begrenzt luftdurchlässigen Materials vollständig geeignet ist.

**[0006]** Nachteil ist die Verwendung zweier dünnwandiger, folienartiger Schichten, die der definierten Erzeugung eines Vakuums dienen. So kann es durch Gleitreibung an den Grenzschichten dieser beiden Folien zu lokalen Verschiebungen und damit zu Positionsänderungen des zu spannenden Werkstückes kommen. Zudem erfordert die technologische Fertigungsvorbereitung das Aufspannen zweier biegeschlaffer Folien auf dem Vakuumtisch.

5 **[0007]** Ein weiterer Nachteil ist, dass insbesondere bei stark strukturierten, z. B. skelettartig oder fischgrätenförmig gestalteten Werkstücken und bei der Bearbeitung mit hohen Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten, wie beispielsweise bei der Fräsbearbeitung mit Schafffräsern, keine sichere Lagefixierung des Werkstückes auf dem Vakuumtisch realisiert werden kann.

10 **[0008]** Aus DE 40 30 113 C2 ist eine Vorrichtung zum Spannen von zu bearbeitenden Platten bekannt, bei der die Grundplatte, auf der die spanend zu bearbeitenden Werkstücke aufgenommen werden, eine Vielzahl dicht beabstandeter Durchgangsbohrungen mit einem Durchmesser zwischen 0,1 und 1,0 mm aufweist. Nachteil dieser Anordnung sind die vergleichsweise hohen Fertigungskosten für die Herstellung der Grundplatte.

15 Um bei der spanenden Bearbeitung, insbesondere beim Fräsen, eine Kontaktierung zwischen den Hauptschneiden des rotierenden Schneidwerkzeuges und der Oberfläche der Grundplatte auszuschließen, wird in einer bevorzugten Weiterbildung auf der Oberseite der Grundplatte ein austauschbares Verschleißmaterial aufgelegt. Das vorzugsweise verwendete Filterpapier bewirkt eine Änderung des Volumenstroms beim Anlegen eines Unterdrucks an die Grundplatte. Aufgabe des Filterpapiers ist es zudem, die bei der Bearbeitung der Platte anfallenden Späne vor dem Eindringen in die Bohrungen der Grundplatte zurückzuhalten, um so eine Beschädigung der Vakuumpumpe zu verhindern.

20 **[0009]** Aus DE 87 03 223 U1 ist eine Vakuum-Spannplatte bekannt, bei der sich auf der Oberfläche der Aufspannfläche ein Haftbelag befindet, der vorzugsweise aus einer gelochten Matte aus Gummi oder Kunststoff besteht oder alternativ auf der Aufspannfläche aufgespritzt ist. Der wiederverwendbare Haftbelag soll dabei die Aufnahme der wirkenden Vorschubkräfte beim Walz- oder Stirnfräsen sicherstellen.

25 Durch den vorgeschlagenen Einsatz eines elastischen Haftbelages kann diese Aufgabe technisch nicht gelöst werden. So kommt es bei der Verwendung eines Haftbelages aus gelochtem Gummi oder gelochtem Kunststoff unter dem Einfluss der wirkenden Schnitt- und Vorschubkräfte zu einer torsionsartigen Bewegung des aufgespannten Werkstückes, die zwangsläufig zu Lage- bzw. Formabweichungen führt.

30 **[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu eliminieren und ein Verfahren zur sicheren Aufnahme von spanend zu bearbeitenden Werkstücken, insbesondere von stark strukturierten, durchbrochenen Teilen auf einem Vakuumtisch sowie eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens vorzuschlagen.

35 **[0011]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und 13 sowie eine Anordnung nach Anspruch 3. Vorzugsweise Weiterbil-

dungen sind in den rückbezogenen Unteransprüchen dargelegt.

**[0012]** Bei dem Verfahren wird in einem ersten Schritt unter Verwendung eines Vakuums über eine als Verteiler oder Diffusor wirkende Schicht auf der Oberfläche des zu spannenden Werkstückes eine für die Lagefixierung hinreichend große Haltekraft erzeugt.

In einem zweiten Schritt folgt die spanende Bearbeitung des Werkstückes, wobei die Schnittparameter, insbesondere die Schnittgeschwindigkeit und die Vorschubgeschwindigkeit so eingestellt werden, dass es zu einer gezielten lokalen Erwärmung in der Berührungszone von Werkzeug und Werkstück kommt, wobei die Temperaturspitze größer oder gleich der Schmelztemperatur der Oberfläche des Verteilers oder Diffusors ist. Neben den Spänen betrifft die Erwärmung besonders den Grat. Durch das temporäre, lokale Aufschmelzen wird eine formschlüssige Verbindung und eine Verklebung des Grates auf der Oberfläche des Verteilers/Diffusors bewirkt.

Nach der vollständigen spanenden Bearbeitung des Werkstückes wird in einem dritten Schritt die Vakuumspannung gelöst und das Werkstück von der Spaneinrichtung abgehoben.

**[0013]** Die Anordnung besteht aus einem Vakuumtisch mit einer Basisplatte, die eine Vielzahl von Luftabzugskanälen oder -bohrungen aufweist, die an der Oberseite der Basisplatte münden. Auf der Oberseite der Basisplatte ist eine dünnwandige, folienartige, Schicht angeordnet, die vollständig oder partiell luftdurchlässig ist.

Vorzugsweise weist die etwa 0,1 mm bis 1,0 mm starke homogene Schicht gleichförmig oder stochastisch angeordnete Perforierungen auf, die den Luftdurchtritt ermöglichen. In Abhängigkeit von den zu bearbeitenden Werkstückklassen und deren Konturen sind die Perforierungen vorzugsweise in Form eines Gitternetzes oder einer Matrix angeordnet. In weiteren vorzugsweisen Ausgestaltungen weisen die einzelnen Perforierungen eine mäanderförmige Struktur auf oder sind als konzentrische Kreise ausgebildet.

In Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Losgröße bzw. Stückzahl ist in einer weiteren vorzugsweisen Ausbildung die Anordnung der Perforierungen direkt an die Kontur des jeweils zu bearbeitenden Werkstückes bzw. Werkstücksortimentes angepasst. Durch die räumliche Anordnung der einzelnen Elemente der Perforierung und deren Abstand zueinander können durch die Vakuumspanneinrichtung definierte, konstante Spannungen an der Unterseite des zu bearbeitenden Werkstückes erzeugt werden. Um eine sichere Spannung auch bei größeren Schnittkräften, insbesondere beim Konturenfräsen mit hohen Vorschub- und Schnittgeschwindigkeiten zu ermöglichen, weist wenigstens die dem zu spannenden Werkstück zugewandte Oberfläche der Schicht eine Benetzung mit einem bei leichter Erwärmung aufschmelzenden Kunststoff auf. In einer vorzugsweisen Ausbildung besteht die homogene Schicht aus einer

dünnwandigen Polyethylen-Folie mit einer Anzahl symmetrisch angeordneter Perforierungen.

**[0014]** In einer alternativen Ausgestaltung besteht die Schicht aus einem umweltfreundlichen, luftdurchlässigen Trägermaterial, wie Papierfließ oder textiles Gewebe, auf dessen Oberfläche punkt- oder linienförmig ein leichtschmelzender Kunststoff aufgebracht ist.

**[0015]** In einer weiteren, gleichfalls bevorzugten Ausgestaltung weisen Ober- und Unterseite der Schicht eine partielle Benetzung oder Beschichtung mit einem leichtschmelzenden Kunststoff auf. Dadurch kann diese Schicht zweimal verwendet werden, weil nach einer etwaigen Beschädigung der, dem zu spannenden Werkstück zugewandten Oberfläche durch ein spanabhebendes Werkzeug noch die intakte Unterseite der Schicht für den nachfolgenden Arbeitsgang verwendet werden kann.

**[0016]** Bei der spanenden Bearbeitung eines Werkstückes, insbesondere bei der Bearbeitung von Aluminium, bildet sich an der Unterkante des Werkstückes ein feiner, mit bloßem Auge kaum wahrnehmbarer Grat aus. Dieser Grat dringt zum einen in die weiche, nachgiebige Oberfläche der Schicht ein und verklammert sich in ihr. Zudem wurde festgestellt, dass es bei der spanenden Bearbeitung mit hohen Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten trotz der guten Wärmeableitung zu einer kurzzeitigen, lokalen Erwärmung des Werkstückes im Bereich der Schnittkante kommt. Die Reibungswärme zwischen Werkzeug und Werkstück führt lokal und temporär zu einem Aufschmelzen des Kunststoffes an der Oberfläche der Schicht im Bereich der Schnittkante, d. h. an der gesamten Außenkontur des Werkstückes und in der Folge zu einer formschlüssigen, thermoplastischen Verklammerung der Unterseite des Werkstückes mit der Oberfläche des vom Vakuumspanntisch in seiner Lage fixierten Schicht.

Die verwendete, etwa 0,1 mm bis 1,0 mm starke Schicht ist relativ weich und besitzt eine mittlere mechanische Stabilität, um ein Eindringen von scharfen Kanten z. B. Grat zu ermöglichen. Sie ist wiederverwendbar und aufgrund ihrer vorzugsweise glatten Oberfläche leicht zu reinigen. Überdies bleiben keine unerwünschten Partikel (Spanbruchstücke) auf der Schicht haften.

**[0017]** Die Erfindung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele näher beschrieben:

#### Ausführungsbeispiel 1:

Für das Konturenfräsen und -bohren eines Aluminium-Dünobleches (Figur) mit einem Schaftfräser wird auf dem Vakuumtisch einer Portalfräsanlage eine 0,2 mm starke Polyethylenfolie mit gleichförmig angeordneten Perforierungen aufgelegt. Darauf wird ein Aluminiumblechzuschmitt positioniert und nachfolgend über die Vakuumspanneinrichtung das Halbzeug in seiner Lage fixiert. Die Schnitttiefe  $a$  ist geringfügig größer als die Blechdicke  $s$  des zu bearbei-

tenden Halbzeuges. Drehzahl  $n$  bzw. Schnittgeschwindigkeit  $v_s$  und Zahnvorschub  $s_z$  bzw. Vorschub  $s$  sind so gewählt, dass es auf Grund der Reibungswärme zwischen den Hauptschneiden des Schaftfräasers und dem Werkstück zu einer lokalen Erwärmung von  $\geq 120$  °C kommt. Durch das Abfließen der Reibungswärme in Richtung des Vakuumschisches kommt es zu einem Erweichen der oberflächennahen Zone der Polyethylenfolie und in der Folge zu einer Anhaftung und formschlüssigen Verklammerung des sich beim Schaftfräsen an der Unterseite des Aluminiumbleches bildenden Grates. Durch diese Verbindung wird ein axiales Verschieben des Aluminium-Bleches auf der als Verteiler oder Diffusor wirkenden dünnwandigen Polyethylen-Schicht, ebenso wie eine etwaige Torsionsbewegung wirksam verhindert.

#### Ausführungsbeispiel 2:

Für die Fräsbearbeitung eines fischgrätenartig geformten Aluminium-Dünnbleches mittels Formfräser wird auf der Vakuumspanneinrichtung einer Kreuzschiebtisch-Fräsmaschine als Verteiler/Diffusor eine dünnwandige, luftdurchlässige Vlieschicht aufgelegt, die an ihrer, dem zu spannenden Halbzeug zugewandten Oberseite eine Vielzahl wärmereraktiver Kunststoffnoppen aufweist. Die Schichtdicke des Papiervlieses beträgt etwa 0,1 mm.

Für die Bearbeitung großer Stückzahlen bzw. Losgrößen ist die Anordnung der Kunststoffnoppen an den Umriss der zu fräsenden Kontur des Werkstückes angepasst. Dadurch kann zum einen die Menge des auf dem Vlies aufzubringenden Kunststoffes aus ökologischer Sicht begrenzt werden. Zum Zweiten kann die Anordnung der Kunststoffnoppen für die leichtere Positionierung und Justierung der zu spannenden Werkstücke auf dem Vakuumschisch genutzt werden. Dazu werden vorzugsweise farbige Kunststoffnoppen appliziert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Dünnblechen und dünnwandigen, einfach oder doppelt gekrümmten, dreidimensional geformten Blechen, Platten oder Schalen, insbesondere durch materialabtragende Bearbeitungsverfahren, wie Fräsen und Bohren, bei dem in einem ersten Schritt unter Verwendung eines Vakuums über eine als Verteiler oder Diffusor wirkende Schicht auf der Oberfläche des zu spannenden Werkstückes eine für die Lagefixierung hinreichend

große Oberflächenspannung erzeugt wird, und in einem zweiten Schritt die spanende Bearbeitung des Werkstückes erfolgt, wobei die Schnittparameter, insbesondere die Schnittgeschwindigkeit und die Vorschubgeschwindigkeit so eingestellt werden, dass es zu einer definierten lokalen Erwärmung in der Berührungszone von Werkzeug und Werkstück kommt, wobei die Temperaturspitze größer oder gleich der Schmelztemperatur der Oberfläche des Verteilers oder Diffusors ist, und nach der vollständigen spannenden Bearbeitung des Werkstückes die Vakuumspannung gelöst und das Werkstück von der Spanneinrichtung abgehoben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück mittels eines Luftkissens von der Spanneinrichtung abgehoben wird.
3. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, im Wesentlichen bestehend aus einem Vakuumschisch mit einer Basisplatte, die eine Vielzahl von Luftabzugskanälen oder -bohrungen aufweist, die an der Oberseite der Basisplatte münden, wobei auf der Oberseite der Basisplatte ein Verteiler oder Diffusor angeordnet ist, der aus einer dünnwandigen, vollständig oder partiell luftdurchlässigen, wärmereraktiven Schicht besteht.
4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die homogene Schicht Perforierungen aufweist, die den Luftdurchtritt ermöglichen.
5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforierungen in Form eines Gitternetzes oder einer Matrix angeordnet sind.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforierungen eine mäanderförmige Struktur aufweisen oder als konzentrische Kreise ausgebildet sind.
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Perforierungen stochastisch angeordnet sind.
8. Dünnwandige, vollständig oder partiell luftdurchlässige, wärmereraktive Schicht nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Anzahl, Anordnung und Größe der Perforierungen dem Umriss oder der projizierten Fläche

des zu bearbeitenden Werkstückes/der zu bearbeitenden Werkstücke angepasst sind.

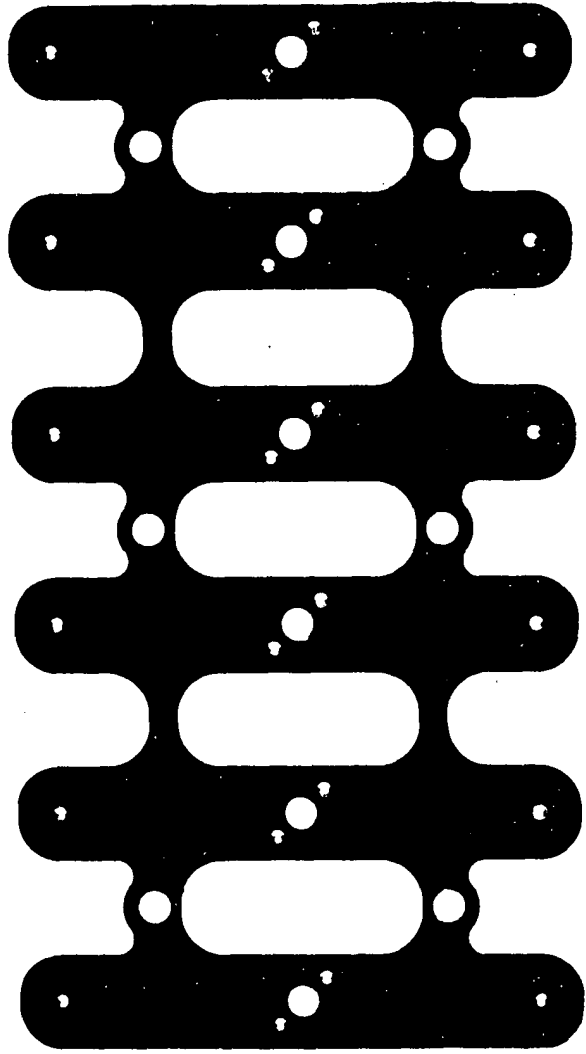
9. Dünnwandige, vollständig oder partiell luftdurchlässige Schicht nach einem der Ansprüche 3 bis 8, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die homogene Schicht aus einer perforierten Polyethylen-Folie besteht.
10. Dünnwandige, vollständig oder partiell luftdurchlässige, wärmeresaktive Schicht nach Anspruch 3, 10  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Schicht aus einem ökologisch abbaubaren Trägermaterial besteht, auf der ein- oder beidseitig ein luftdurchlässiger, leichtschmelzender Kunststoff aufgebracht ist. 15
11. Dünnwandige, vollständig oder partiell luftdurchlässige, wärmeresaktive Schicht nach Anspruch 10, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Trägermaterial aus Papierfließ oder textilem Gewebe besteht, auf dessen Oberfläche punkt- oder linienförmig ein leichtschmelzender Kunststoff aufgebracht ist. 25
12. Dünnwandige, vollständig oder partiell luftdurchlässige, wärmeresaktive Schicht nach Anspruch 10 oder 11, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** auf oder im Trägermaterial ein farbiger Kunststoff punkt- oder linienförmig auf- oder eingebracht ist.
13. Verwendung eines Verteilers oder Diffusors in Form einer dünnwandigen, vollständig oder partiell luftdurchlässigen, wärmeresaktiven Schicht nach einem der Ansprüche 3 bis 12 für die Bohr- und Fräsbearbeitung nichtmagnetischer Dünn- und Grobbleche. 35

40

45

50

55



**Fig.**