



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 452 T2** 2005.07.28

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 117 918 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 452.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE99/01727**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 970 150.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/20749**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **13.04.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **30.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.07.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F02K 9/97**  
**F02K 9/64**

(30) Unionspriorität:  
**9803387                      02.10.1998                      SE**

(73) Patentinhaber:  
**Volvo Aero Corp., Trollhättan, SE**

(74) Vertreter:  
**PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR,  
80801 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT, SE**

(72) Erfinder:  
**LUNDGREN, Jan, S-453 33 Grundsund, SE**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON AUSLASSDÜSEN VON RAKETENMOTOREN**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Auslassdüsen von Raketenmotoren nach dem Oberbegriff des nachfolgenden Anspruchs 1. Die Erfindung soll besonders zur Verwendung in Bezug auf gekühlte Auslassdüsen für durch Flüssigtreibstoff angetriebene Raketenmotoren dienen.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Raketen ist der Oberbegriff, welcher den Fahrzeugen zugeordnet wurde, welche eine Antriebsquelle in Form eines Raketenmotors enthalten. Raketen werden derzeit unter anderem für Weltraumflüge und in diesem Zusammenhang beispielsweise zur Forschung und für Kommunikationszwecke verwendet. Raketenmotoren werden auch in anderen Zusammenhängen verwendet, wie z.B. in einer Abflughilfseinrichtung eines Flugzeugs und bei Notfällen zum Schleudern des Piloten aus einem Flugzeug.

**[0003]** In einem Raketenmotor wird die Energie zum Vortrieb der Rakete in einer Brennkammer durch das Verbrennen eines Treibstoffs, beispielsweise in Form von flüssigem Wasserstoff, erzeugt. Dieser Treibstoff wird zusammen mit einem Oxidationsmittel (beispielsweise in Form von flüssigem Sauerstoff) über Ventile der Brennkammer zugeführt. Da der Treibstoff verbrannt wird, werden Abgase in der Brennkammer erzeugt. Diese Abgase fließen nach hinten aus der Brennkammer und durch eine Auslassdüse heraus, woraufhin eine Reaktionskraft gebildet wird, so dass die Rakete nach vorne getrieben wird. Die Auslassdüse ist zum Zulassen einer Ausdehnung und Beschleunigung der Abgase auf eine hohe Geschwindigkeit vorgesehen, so dass die nötige Schubkraft für die Rakete erhalten wird. Die Tatsache, dass ein Raketenmotor sehr große Antriebskräfte erzeugen kann und zudem vom umgebenden Medium unabhängig arbeiten kann, macht ihn als Transportmittel für Weltraumflüge besonders geeignet.

**[0004]** Während ein Raketenmotor läuft, wird die Auslassdüse sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt, beispielsweise in Form einer sehr hohen Temperatur an der Innenseite desselben (in der Größenordnung von 800 K) und einer sehr niedrigen Temperatur an der Außenseite desselben (in der Größenordnung von 50 K). Infolge dieser hohen thermischen Belastung werden hohe Anforderungen an die Materialauswahl, Konstruktion und Herstellung der Auslassdüse gestellt. Nicht zuletzt besteht die Notwendigkeit die Auslassdüse effektiv zu kühlen.

**[0005]** Um ein optimales Kühlen zu erzielen, ist die Auslassdüse nach dem Stand der Technik mit einer

Anzahl von Kühlkanälen versehen, welche innerhalb der eigentlichen Düsenwand parallel angeordnet sind und zwischen dem Einlassende und dem Auslassende der Auslassdüse verlaufen. Die Herstellung der Auslassdüse beziehungsweise die Konfiguration ihrer Wand, so dass die notwendigen Kühlkanäle gebildet werden, kann unter Verwendung einer Anzahl von unterschiedlichen Verfahren ausgeführt werden.

**[0006]** In diesem Zusammenhang trifft auch zu, dass eine hohe Effektivität in einer Rakete erlangt werden kann, wenn das Kühlmittel auch als Treibstoff verwendet wird. Aus diesem Grund besteht oft der Wunsch das gesamte Kühlmittel erneut zum Verbrennen in der Brennkammer zu verwenden.

**[0007]** Ein zuvor bekanntes Verfahren zum Herstellen einer gekühlten Auslassdüse besteht im Konfigurieren der Düsenwand aus einer großen Anzahl an runden oder ovalen Rohren aus beispielsweise auf Nickel basierendem oder rostfreiem Stahl, wobei die Rohre nahe beieinander angeordnet und anschließend entlang ihren Seiten miteinander verbunden werden. Dieses Verbinden kann in diesem Fall mittels Lötens ausgeführt werden, was jedoch ein relativ kostspieliges Herstellungsverfahren ist. Außerdem führt das Löten zu einer Gewichtszunahme der Auslassdüse. Das Löten stellt zudem einen komplizierten und zeitaufwendigen Arbeitsvorgang dar, bei welchem die notwendige Festigkeit und Verlässlichkeit im vollendeten Wandaufbau nur schwer zu erzielen ist.

**[0008]** Ein anderer wesentlicher Nachteil der auf Lötens basierenden Verbindung ist, dass ein Prüfen der Lötverbindungen kompliziert und kostspielig ist. Wenn beispielsweise ein Sprung entlang einer Lötverbindung entsteht, ist es sehr schwierig, die Verbindung zu reparieren, da dieser Schaden normalerweise nicht erreichbar ist. Außerdem ist die Lötstruktur in die Tangentialrichtung relativ schwach, was in bestimmten Fällen die Notwendigkeit einer Verstärkungsstruktur in Form eines Mantels erzeugt. Dies trifft insbesondere bei den Beispielen zu, bei welchen der Flammendruck während der Verbrennung im Raketenmotor sehr hoch ist oder bei welcher hohe seitliche Kräfte vorhanden sind.

**[0009]** Eine Herstellung unter Verwendung des Lötens kann außerdem die Maximaltemperatur begrenzen, bei welcher die Auslassdüse verwendet werden kann.

**[0010]** Ein alternatives Verfahren zum Herstellen einer gekühlten Auslassdüse erfolgt durch das Diffusionsschweißen der runden oder rechteckigen Rohre, welche parallel angeordnet sind. Zwar weist dieses Verfahren gegenüber dem Lötverfahren Vorteile auf, aber es ist dennoch relativ kostspielig.

**[0011]** Nach einem weiteren Herstellungsverfahren

werden rechteckige Rohre mit einem konstanten Querschnitt aus auf Nickel basierendem oder rostfreiem Stahl verwendet, wobei die Rohre parallel zueinander angeordnet und zusammengeschweißt sind. Die Rohre sind spiralgewickelt, so dass sie mit der geometrischen Achse der Düse einen Winkel bilden, wobei der Winkel fortschreitend vom Einlassende der Düse zu ihrem Auslassende zunimmt, um eine glockenförmige Düsenwand zu bilden. Das oben erwähnte Verbindungsverfahren weist den Nachteil auf, dass diese Arten von rechteckigen Rohren, welche für die Verwendung mit diesem Verfahren handelsüblich sind, normalerweise mit einer konstanten Wandstärke hergestellt werden. Dies bedeutet, dass der Wandaufbau der Auslassdüse nicht für eine optimale Kühlleistung vorgesehen werden kann, da die Wände zwischen den wechselseitig aneinandergrenzenden Kühlkanälen unnötig dick sind. Darüber hinaus bedeutet Spiralwicklung, dass die Kühlkanäle lang sind und daher eine erhöhte Druckabnahme verursachen, welche für bestimmte Laufzustände des Raketenmotors unerwünscht ist.

**[0012]** Ein weiteres Verfahren zum Herstellen einer Brennkammer für Raketenmotoren wird in der Patentschrift US 5233755 beschrieben. Nach diesem Verfahren wird eine Wellenstruktur verwendet, um eine Innenwand zu bilden, welche beispielsweise durch Löten, Diffusionsschweißen oder Laserschweißen mit einer Außenwand verbunden ist. Dadurch werden Kühlkanäle, durch welche ein Kühlmittel geleitet wird.

**[0013]** Ein Nachteil an dem Verfahren nach US 5233755 ist, dass aufgrund der Konfiguration der gewellten Innenwand „Taschen“ an ihren Kontaktstellen gegen die Außenwand gebildet sind. In diesen Abschnitten wird daher ein begrenzter Kühlmittelfluss erhalten, was zu einem lokal verringerten Kühlen des Wandaufbaus führt. Dies verursacht wiederum ein Risiko des Überhitzens des Wandaufbaus. Außerdem besteht ein Risiko bezüglich Schmutz, beispielsweise in Form von kleinen Partikeln, welche sich in diesen Taschen ansammeln. Dieser Schmutz kann anschließend aus den Kühlkanälen abgegeben werden, was auch einen Nachteil darstellt, insbesondere, wenn das Kühlmittel auch als Treibstoff im Raketenmotor verwendet werden soll.

**[0014]** Ein weiterer Nachteil des Herstellungsverfahrens nach US 5233755 ist, dass die Wellen in der Innenwand dazu führen, dass nur ein begrenzter Teil des Kühlmittels Kontakt mit der inneren, warmen Düsenwand haben kann. Dies hat auch eine nachteilige Wirkung auf das Kühlen. Außerdem ist die Wellenstruktur aufgrund des Drucks des Kühlmittels in der Struktur Biegekräften ausgesetzt. Zusammen mit der scharfen Kerbe an der jeweiligen Schweißverbindung führen diese Biegekräfte zu sehr hohen Beanspruchungen des Wandaufbaus. Diese Aufbauart

weist daher bezüglich ihrem Druckvermögen und Haltbarkeit Einschränkungen auf.

**[0015]** Die Wellenstruktur des Abstandsmaterials führt im Vergleich zu geraden, strahlenförmig ausgerichteten Abstandselementen darüber hinaus zu einem erhöhten Gewicht und einem erhöhten Durchflusswiderstand.

## BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0016]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zum Herstellen einer gekühlten Auslassdüse für einen Raketenmotor verfügbar zu machen. Dies wird mittels einem Verfahren erzielt, dessen kennzeichnende Merkmale aus dem anschließenden Anspruch 1 abgeleitet werden können.

**[0017]** Die Erfindung betrifft genauer ein Verfahren zum Herstellen einer Auslassdüse in Raketenmotoren, wobei die Auslassdüse mit einem Wandaufbau versehen ist, welcher eine Vielzahl an wechselseitig aneinandergrenzenden Kühlkanälen enthält, welche im Wesentlichen vom Einlassende der Auslassdüse zu ihrem Auslassende verlaufen, wobei das Verfahren das Anordnen einer Außenwand um eine Innenwand, das Konfigurieren und Positionieren einer Vielzahl von Abstandselementen zwischen der Außenwand und Innenwand und das Verbinden der Abstandselemente zwischen der Innenwand und der Außenwand enthält, woraufhin die Kühlkanäle gebildet sind. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verbinden mittels dem Laserschweißen ausgeführt wird, und ist für die Konfiguration der Schweißverbindungen konstruiert, welche im Querschnitt durch den Wandaufbau im Wesentlichen T-förmig sind und eine Form aufweisen, welche zur Innenseite der Kühlkanäle abgerundet ist.

**[0018]** Infolge der Erfindung können eine Menge Vorteile erhalten werden. Zunächst ist ein Herstellungsverfahren für eine Auslassdüse geschaffen, welches kostengünstig ausgeführt werden kann. Darüber hinaus wird infolge der bestimmten Geometrie in den Schweißverbindungen ein Wandaufbau erhalten, welcher die Düse gut kühlende Eigenschaften aufweist. Darüber hinaus erzeugt die abgerundete Form der Schweißverbindungen einen gleichmäßigen Fluss, in welchem ein sehr geringes Risiko der Ansammlung von Partikeln besteht.

**[0019]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die Abstandselemente infolge ihrer flachen Konfiguration in Radialrichtung in Bezug auf eine gedachte Symmetrieachse durch die Auslassdüse, keinen Biegekräften ausgesetzt werden. Zudem wird aufgrund der Konfiguration der Radien zwischen den integralen Bauteilen eine sehr geringe Konzentration der Beanspruchungen in den Schweißverbindungen er-

halten.

**[0020]** Die Erfindung bietet zudem einen geringen Materialverbrauch, ein geringes Gewicht, niedrige Kosten, eine hohe Verlässlichkeit und eine gute thermische Kühlleistung des gesamten Wandaufbaus. Darüber hinaus kann der Wandaufbau leicht an die bestimmte Anwendung betreffenden Kühlanforderungen adaptiert werden.

**[0021]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung können aus den anschließenden, abhängigen Ansprüchen abgeleitet werden.

#### BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0022]** Die Erfindung soll unten in Bezug auf eine bevorzugte, veranschaulichende Ausführungsform und die anhängenden Ansprüche detaillierter erklärt werden. Es zeigen:

**[0023]** [Fig. 1](#) ist eine Perspektivansicht, welche eine Auslassdüse nach der vorliegenden Erfindung zeigt,

**[0024]** [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht, welche detailliert zeigt, wie die Auslassdüse nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung hergestellt werden kann,

**[0025]** [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsansicht, welche detailliert den Wandaufbau der Auslassdüse zeigt, nachdem sie nach der ersten Ausführungsform verbunden wurde,

**[0026]** [Fig. 4](#) ist eine Querschnittsansicht, welche detailliert den Wandaufbau der Auslassdüse zeigt, nachdem sie nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung verbunden wurde,

**[0027]** [Fig. 5](#) zeigt, wie eine Anzahl von Kühlkanälen in einer Auslassdüse angeordnet werden kann, welche nach der Erfindung hergestellt wurde.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0028]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische und etwas vereinfachte Perspektivansicht einer Auslassdüse **1**, welche nach der vorliegenden Erfindung hergestellt ist. Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist die Auslassdüse **1** der Art, welche in Raketenmotoren zum Leiten der Abgase aus einer zum Raketenmotor gehörenden Brennkammer (nicht gezeigt) verwendet wird. Die Erfindung ist vorzugsweise für die Verwendung in Raketenmotoren der Art vorgesehen, welche mit einem Flüssigtreibstoff, beispielsweise Flüssigwasserstoff angetrieben werden. Die Arbeitsweise eines solchen Raketenmotors ist an sich zuvor bekannt und wird daher nicht hierin im Detail beschrieben.

**[0029]** Die Auslassdüse **1** ist der Art, welche mit Hilfe eines Kühlmittels gekühlt wird, welches vorzugsweise auch als Motortreibstoff im bestimmten Raketenmotor verwendet wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Auslassdüsen dieser Art beschränkt, sondern kann auch in den Fällen verwendet werden, in welchen das Kühlmittel ausgeschüttet wird, nachdem es zum Kühlen verwendet wurde.

**[0030]** Die Auslassdüse **1** wird mit einer äußeren Form hergestellt, welche an sich mit dem Stand der Technik übereinstimmt, d.h. im Wesentlichen glockenförmig ist. Außerdem besteht die Auslassdüse **1** nach der Erfindung aus zwei Wänden, genauer einer Innenwand **2** und einer Außenwand **3**, welche die Innenwand **2** umgibt. Die Innenwand **2** und die Außenwand **3** sind durch spezielle Abstandselemente **4** getrennt. Diese Abstandselemente **4** sind nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, so dass eine Anzahl von Längsschlitzfenstern vorzugsweise durch Fräsen zunächst in der Innenwand **2** vorgesehen sind. Die Abstandselemente **4** sind dadurch als eine Anzahl von vorstehenden Elementen **4** gebildet, welche im Wesentlichen in rechten Winkeln aus der Innenwand **2** und zur Außenwand **3**, d.h. in Bezug auf eine gedachte Symmetrieachse durch die Auslassdüse **1** in Radialrichtung verlaufen.

**[0031]** Gemäß dem unten detailliert Beschriebenen, basiert das Verfahren nach der Erfindung auf den Abstandselementen **4**, welche durch Laserschweißen miteinander verbunden werden. Nach der ersten Ausführungsform sind die Abstandselemente **4** gegen die Außenwand **3** miteinander verbunden. Eine Anzahl von Kühlkanälen **5** sind dadurch gebildet, welche im Wesentlichen parallel in Längsrichtung der Auslassdüse **1** vom Einlassende **6** der Auslassdüse **1** zu ihrem Auslassende **7** verlaufen. In [Fig. 1](#) ist solch ein Kühlkanal **5** durch gestrichelte Linien veranschaulicht, welche die Abstandselemente anzeigen, welche die Grenzen des Kühlkanals **5** in seitlicher Richtung bilden.

**[0032]** Die für die Innenwand **2**, die Außenwand **3** und die Abstandselemente **4** verwendeten Materialien bestehen aus schweißbaren Materialien, vorzugsweise rostfreiem Stahl des Typs **347** oder A286. Als Alternative können auf Nickel basierende Legierungen verwendet werden. Beispiele solcher Materialien sind INCO600, INCO625 und Hastaloy x. Nach weiteren Varianten werden auf Kobalt basierende Legierungen des Typs HAYNES **188** und HAYNES **230** in der Erfindung verwendet.

**[0033]** [Fig. 2](#) ist eine Perspektivansicht eines Abschnitts des Wandaufbaus der Auslassdüse **1**, deren Wandaufbau folglich im Wesentlichen durch eine Innenwand **2**, eine Außenwand **3** und eine Anzahl von Abstandselementen **4** gebildet ist, welche als vorstehende Elemente durch das Fräsen der Innenwand **2**

vorgesehen sind. Nach der Erfindung ist der Wandaufbau mittels dem Laserschweißen der Abstandselemente 4 gegen die Außenwand 3 zusammengefügt, woraufhin eine Anzahl von im Wesentlichen parallelen und etwas ausgesparten Schlitzten 8 auf der Außenseite der Außenwand 3 erscheinen. Darüber hinaus sind die oben erwähnten, im Wesentlichen parallelen Kühlkanäle 5 in diesem Fall gebildet, durch welche ein geeignetes Kühlmittel während dem Laufen des bestimmten Raketenmotors fließen soll.

**[0034]** Beim Laserschweißen wird vorzugsweise ein Laser des Typs Nd:YAG verwendet, aber andere Schweißvorrichtungstypen, beispielsweise ein CO<sub>2</sub>-Laser können nach der Erfindung auch verwendet werden.

**[0035]** Aus Fig. 2 geht hervor, dass eine Schweißverbindung 9 entlang jedem Abschnitt gebildet ist, in welchem das jeweilige Abstandselement 4 mit der Außenwand 3 zusammengefügt ist. Infolge der präzisen Koordination des Schweißverfahrens und der Maße der den Wandaufbau bildenden Bauteile wird eine im Wesentlichen T-förmige und leicht abgerundete Form in der jeweiligen Schweißverbindung 9 auf der Innenseite des jeweiligen Kühlkanals 5 erhalten, was wiederum eine Anzahl von vorteilhaften Eigenschaften der vollendeten Auslassdüse ergibt, wie z.B. gute Kühlungseigenschaften, eine hohe Festigkeit und einfache Herstellung.

**[0036]** Ein Querschnitt durch die Wand der Auslassdüse 1 nach der ersten Ausführungsform kann detailliert in Fig. 3 gesehen werden. Der Querschnitt der oben beschriebenen Schweißverbindungen 9 wird in Fig. 3 durch gestrichelte Linien veranschaulicht.

**[0037]** Die Erfindung basiert auf einem Laserschweißen, welches so ausgeführt wird, dass die Außenwand 3 mit dem jeweiligen Abstandselement 4 verbunden ist. Es wird vorausgesetzt, dass das Abstandselement 4 eine im Voraus bestimmte Stärke  $t_1$  aufweist, welche nach der Ausführungsform in der Größenordnung von 0,4-1,5 mm liegt. Die Außenwand 3 weist weiter eine im Voraus bestimmte Stärke  $t_2$  auf, welche sich auch in der Größenordnung von 0,4-1,5 mm befindet. Durch die präzise Koordination u.a. der Maße der zwei Wände 2, 3 und den Abstandselementen 4 wird nach der Erfindung eine Schweißverbindung 9 mit der oben erwähnten T-Form erhalten, in welcher eine leichte Abrundung 10 der Innenwand im jeweiligen Kühlkanal 5 erhalten wird. Durch das Laserschweißen wird ein Radius R dieser abgerundeten Anschweißstelle 10 in der Größenordnung von  $t_{1min} < R < t_{1max}$  erhalten, mit welchem die oben erwähnten Maße einem Radius R innerhalb des Bereichs von 0,4-1,5 mm entsprechen. Eine Tiefe  $t_3$  der Verbindung wird in Bezug auf die Oberseite der Außenwand außerdem erhalten. Diese Tiefe  $t_3$  befindet sich maximal in der Größenordnung von  $0,3 \times t_2$ , wel-

che dem Bereich von 0,12-0,45 mm entspricht.

**[0038]** In Fig. 4 wird gezeigt, wie eine Auslassdüse unter Verwendung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung hergestellt werden kann, nach welcher eine Innenwand 2' und eine Außenwand 3 verwendet werden. Die Außenwand 3 ist der gleichen Art, wie in der oben erwähnten Ausführungsform, aber die Innenwand 2' ist nicht mit irgendwelchen ausgefrästen Kanälen oder Ähnlichem konfiguriert. In dieser zweiten Ausführungsform wird stattdessen eine Anzahl von separaten Abstandselementen 4' verwendet, welche vor dem Ausführen der Laserschweißoperation an der Innenwand 2' befestigt sind. Diese Abstandselemente 4' werden dadurch verwendet, um eine Anzahl von Kühlkanälen 5' abzugrenzen, durch welche das bestimmte Kühlmittel fließen kann.

**[0039]** Nach der zweiten Ausführungsform wird das Laserschweißen auf sowohl der Außen- als auch Innenseite des Wandaufbaus ausgeführt. Eine Anzahl von Schweißverbindungen 9, 9' werden dadurch erhalten, welche auf beiden Seiten des vollendeten Wandaufbaus verlaufen. Wie in Fig. 3, sind diese Schweißverbindungen 9, 9' in Fig. 4 durch gestrichelte Linien veranschaulicht. Die Schweißverbindungen 9, 9' weisen den gleichen, im Wesentlichen T-förmigen Querschnitt wie in der oben erwähnten ersten Ausführungsform auf.

**[0040]** Der Vorteil an der zweiten Ausführungsform ist, dass kein Fräsen der Innenwand 2' notwendig ist, und dadurch eine Zeit- und Materialeinsparung geboten wird. In dieser Ausführungsform müssen die Abstandselemente 4' stattdessen in einer geeigneten Weise zwischen der Innenwand 2' und der Außenwand 3 befestigt sein, nachdem das Schweißen auf beiden Seiten des Wandaufbaus ausgeführt wurde.

**[0041]** In Fig. 5 wird ein Abschnitt einer Auslassdüse 1 nach der Erfindung, genauer ein Abschnitt der Innenwand 2 mit zugeordneten Abstandselementen gezeigt. Wenn diese Struktur nach der oben genannten ersten Ausführungsform hergestellt wurde, sind diese Abstandselemente durch das Fräsen vorgesehen. Nach dem, was in Fig. 5 gesehen werden kann, sind die Abstandselemente in einen ersten Satz von Abstandselementen 4a und einen zweiten Satz von Abstandselementen 4b unterteilt, wobei der zweite Satz etwas in Längsrichtung der Auslassdüse versetzt positioniert ist. Dies erzeugt eine Verteilung und Steuerung des Kühlmittelflusses in einen ersten Kühlkanal 5a, welcher in einen zweiten Kühlkanal 5b und einen dritten Kühlkanal 5c unterteilt ist.

**[0042]** Durch die Erfindung werden eine Menge Vorteile geboten. Vor allem kann ausgesagt werden, dass das Verfahren nach der Erfindung eine sehr gute Flexibilität bei der Konfiguration einer Auslassdüse zulässt. Beispielsweise kann die Querschnitts-

form des jeweiligen Kühlkanals **5** leicht durch das Ändern der Parameter, wie z.B. der Tiefe und Breite beim oben erwähnten Fräsen der Innenwand **2** verändert werden. Die Auslassdüse kann dadurch leicht auf eine Weise bemessen werden, welche gemäß der Wärmebeanspruchung der Auslassdüse eingestellt ist, deren Beanspruchung sich normalerweise entlang der Längsrichtung der Auslassdüse verändert. Dies führt wiederum zu einer erhöhten Haltbarkeit solch einer Auslassdüse.

**[0043]** Außerdem wird keine Gewichtszunahme in den verschiedenen Schweißverbindungen erhalten, welche zwischen den jeweiligen Abstandselementen **4**, der Innenwand **2'** und der Außenwand **3** gebildet sind. Ein weiterer Vorteil ist, dass jede defekte Schweißverbindung relativ leicht zu reparieren ist. Außerdem werden aufgrund der abgerundeten Form der Schweißverbindungen **9**, **9'** sehr günstige Strömungsverhältnisse des Kühlmittels erhalten.

**[0044]** Die Erfindung ist nicht auf die veranschaulichenden Ausführungsformen beschränkt, welche oben beschrieben und in den Zeichnungen gezeigt werden, aber kann innerhalb dem Bereich der anschließenden Ansprüche geändert werden. Beispielsweise kann die Erfindung unabhängig davon verwendet werden, ob die Auslassdüse eine runde Form aufweist oder als Polygon vorgesehen ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Auslassdüse (**1**) zur Verwendung bei Raketenmotoren, wobei die Auslassdüse (**1**) mit einem Wandaufbau konfiguriert ist, der zahlreiche wechselseitig aneinandergrenzende Kühlkanäle (**5**; **5'**) aufweist, die sich im wesentlichen von dem Einlassende (**6**) der Auslassdüse (**1**) zu dessen Auslassende (**7**) erstrecken, wobei zu dem Verfahren gehört:

Anordnen einer Außenwand (**3**) um eine Innenwand (**2**),

Konfigurieren und Positionieren einer Vielzahl von Abstandselementen (**4**; **4'**) zwischen den Außenwand (**3**) und der Innenwand (**2**) und

Verbinden der beabstandenden Elemente (**4**; **4'**) zwischen der Innenwand (**2**) und der Außenwand (**3**), woraufhin die Kühlkanäle (**5**; **5'**) gebildet sind,

**dadurch gekennzeichnet**, daß das Verbinden mittels Laserschweißen verwirklicht und für die Konfiguration von Schweißverbindungen (**9**; **9'**) ausgelegt wird, welche im Querschnitt durch den Wandaufbau im wesentlichen T-förmig sind und eine Form (**10**) aufweisen, die in Richtung auf die Innenseite der Kühlkanäle (**5**; **5'**) abgerundet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand (**2**) mit integrierten beabstandenden Elemente (**4**) konfiguriert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beabstandenden Elemente (**4**) durch Fräsen konfiguriert werden..

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beabstandenden Elemente (**4'**) durch separate Komponenten gebildet werden, die zwischen der Innenwand (**2'**) und der Außenwand (**3**) fixiert werden, wonach an beiden Seiten des Wandaufbaus Laserschweißen vorgenommen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beabstandenden Elemente (**4**; **4'**) eine Ausdehnung haben, die im wesentlichen unter rechten Winkeln von der Innenwand (**2**; **2'**) und zur Außenwand (**3**) verläuft.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (**3**) und die beabstandenden Elemente (**4**; **4'**) eine Dicke in der Größenordnung von 0,4 – 1,5 mm aufweisen.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißverbindung (**9**; **9'**) einen Radius (R) aufweist, der in der Größenordnung von 0,4 – 1,5 mm liegt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

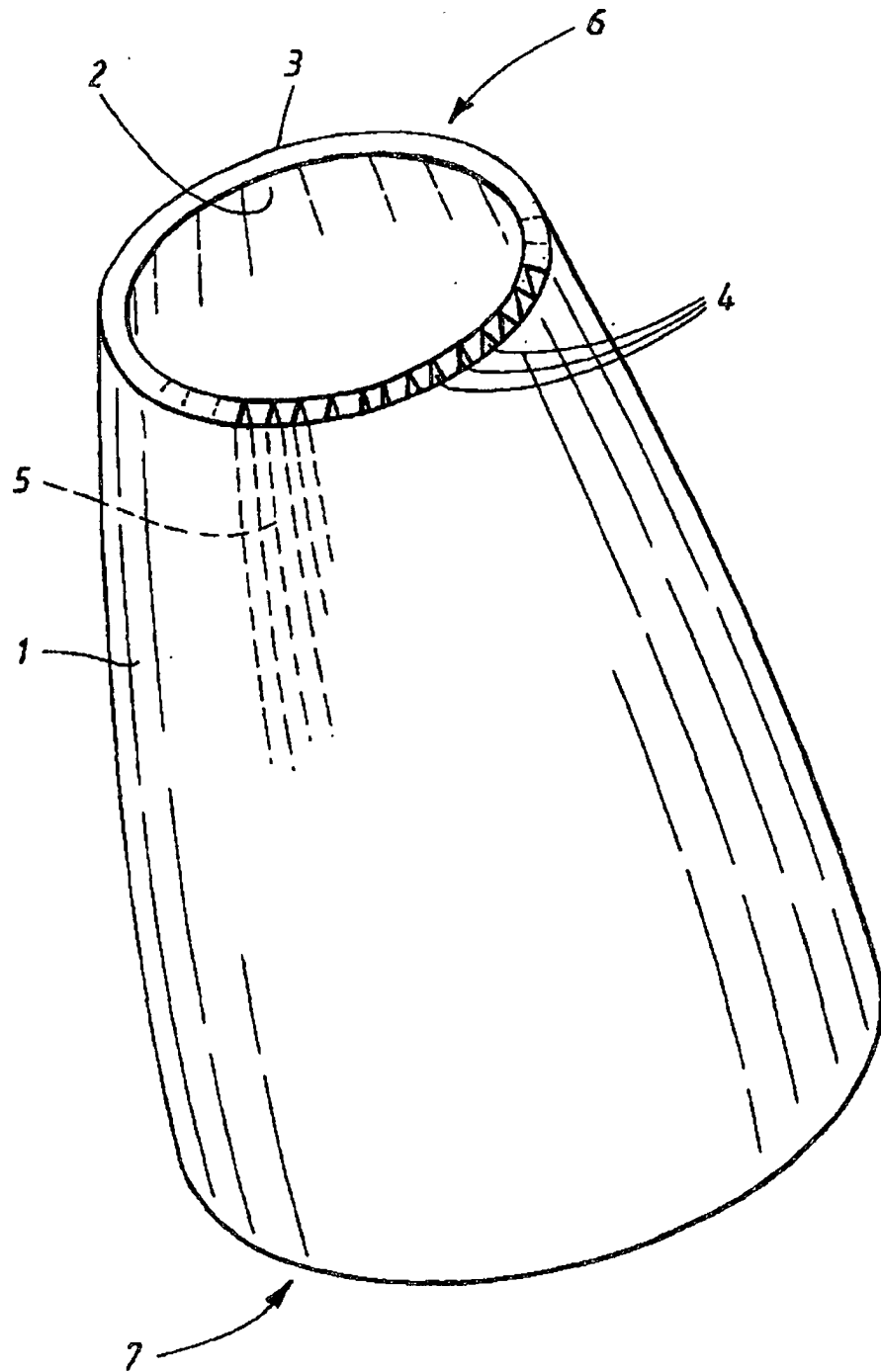


FIG. 1

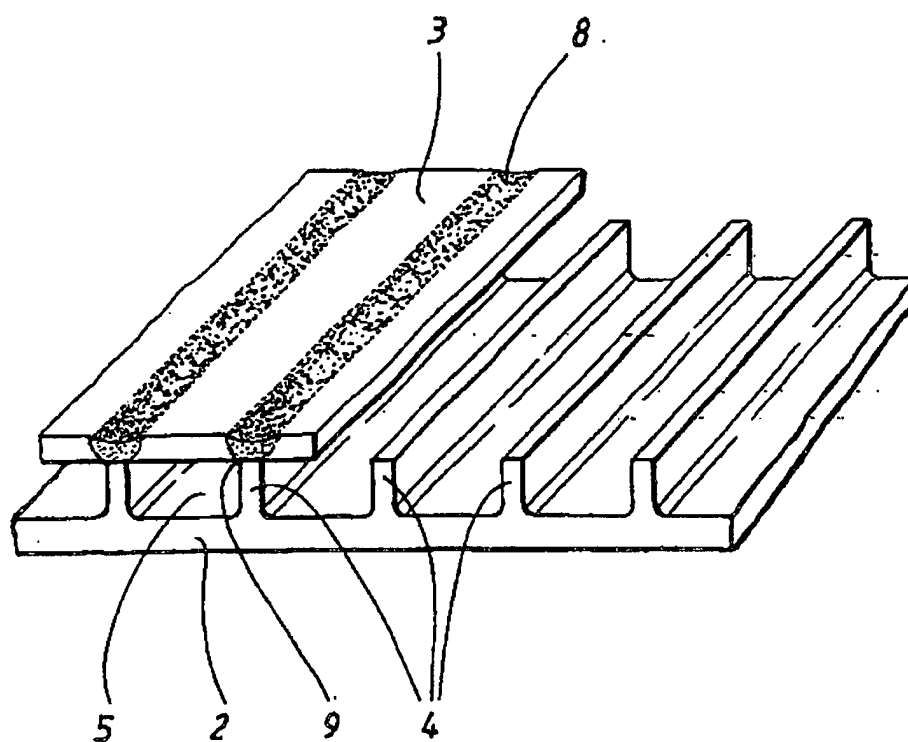


FIG. 2



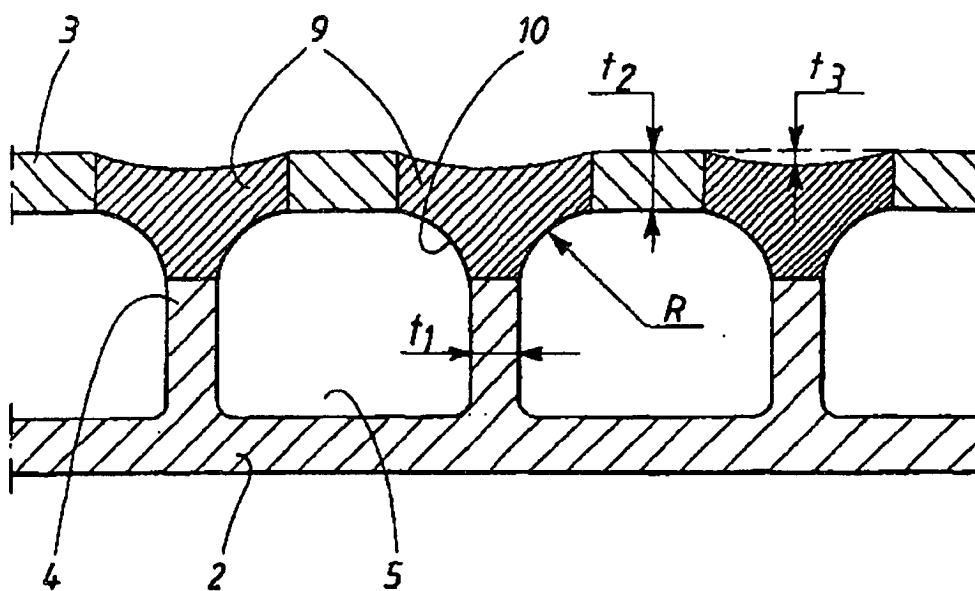


FIG. 3

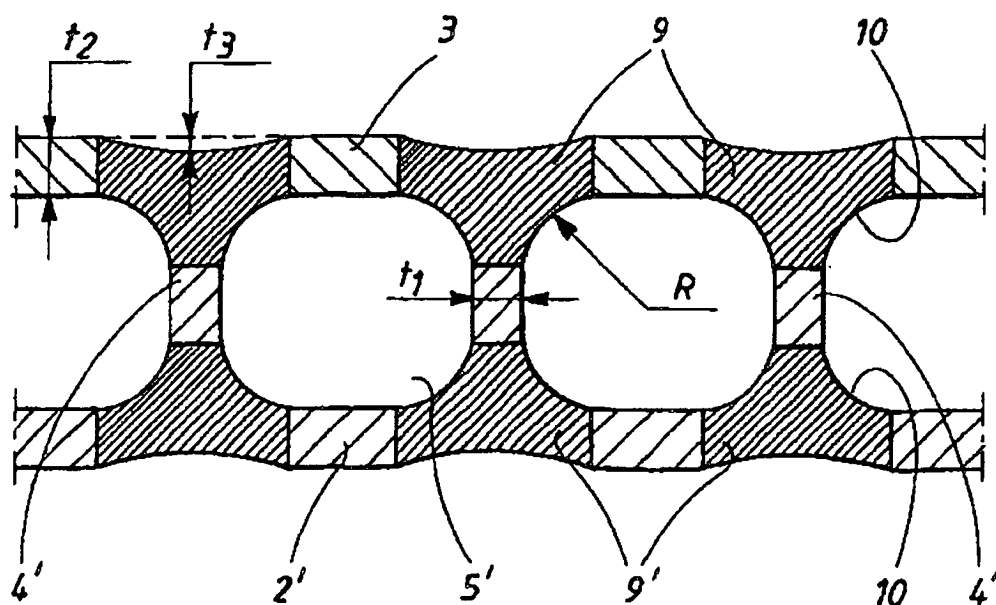


FIG. 4

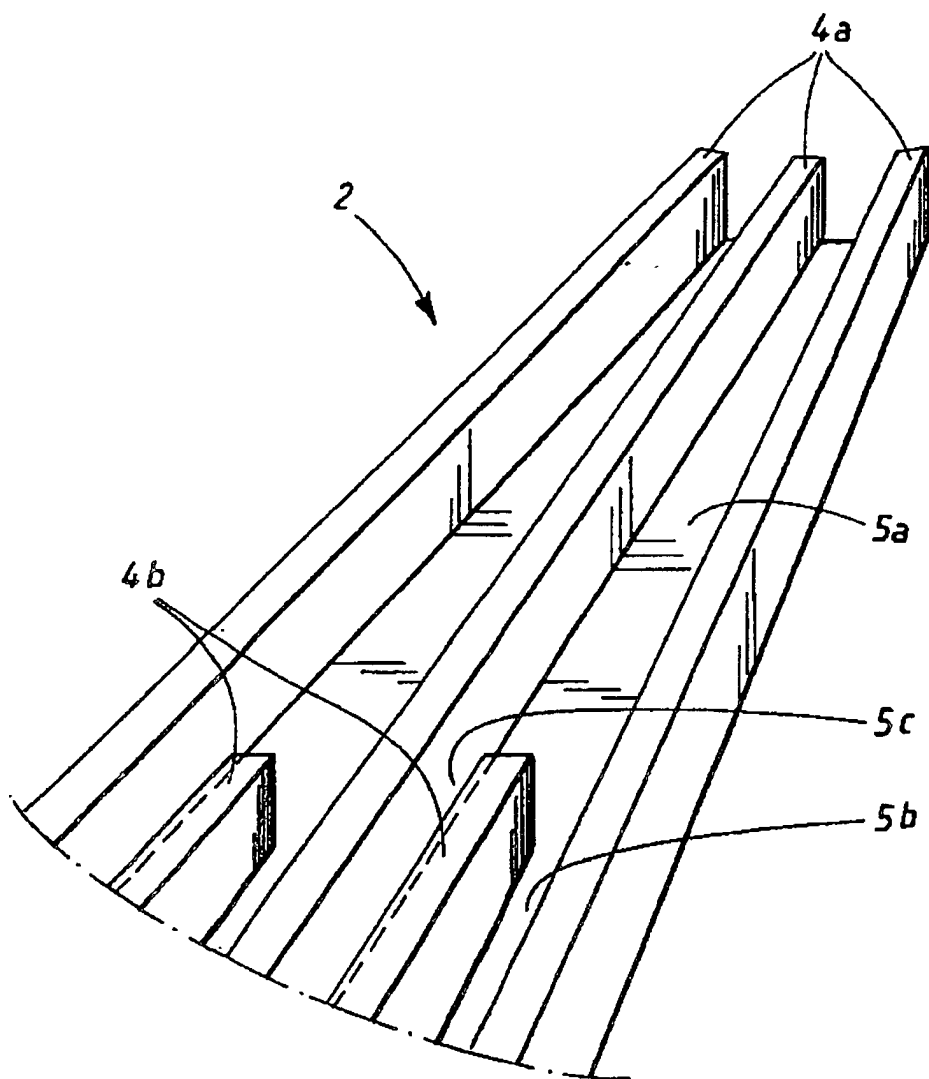


FIG. 5