

(19)



(11)

**EP 3 317 546 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.09.2020 Patentblatt 2020/37**

(51) Int Cl.:  
**F15C 1/22** <sup>(2006.01)</sup>      **B05B 1/08** <sup>(2006.01)</sup>  
**F15B 21/12** <sup>(2006.01)</sup>      **F02M 61/18** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **16798135.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2016/077864**

(22) Anmeldetag: **16.11.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2017/085129 (26.05.2017 Gazette 2017/21)**

(54) **FLUIDISCHES BAUTEIL**

FLUIDIC COMPONENT

ÉLÉMENT FLUIDIQUE

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

- **KRUEGER, Oliver**  
12157 Berlin (DE)
- **WINTERING, Jens**  
10409 Berlin (DE)

(30) Priorität: **18.11.2015 DE 102015222771**  
**29.07.2016 DE 202016104170 U**

(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann**  
**Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Postfach 15 09 20**  
**10671 Berlin (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.05.2018 Patentblatt 2018/19**

(73) Patentinhaber: **FDX Fluid Dynamix GmbH**  
**13629 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 472 966      US-A1- 2004 251 315**  
**US-A1- 2007 295 840      US-A1- 2013 240 644**

(72) Erfinder:  
 • **BOBUSCH, Bernhard**  
 12157 Berlin (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 3 317 546 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein fluidisches Bauteil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Reinigungsgerät, das ein solches fluidisches Bauteil umfasst. Das fluidische Bauteil ist zur Erzeugung eines sich bewegenden Fluidstrahls vorgesehen. Beispielhafte fluidische Bauteile sind z.B. aus US 2013/240644 A1, EP 1 472 966 A2, US 2007/295840 A1 und US 2004/251315 A1 bekannt.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind zur Erzeugung eines Fluidstrahls mit hoher Geschwindigkeit beziehungsweise hohem Impuls Düsen bekannt, die ausgebildet sind, den Fluidstrahl mit einem Druck zu beaufschlagen, der höher ist als der Umgebungsdruck. Mittels der Düse wird das Fluid beschleunigt und / oder gerichtet beziehungsweise gebündelt. Um eine Bewegung eines Fluidstrahls zu erzeugen, wird die Düse in der Regel mittels einer Vorrichtung bewegt. Zur Erzeugung eines beweglichen Fluidstrahls ist somit neben der Düse eine zusätzliche Vorrichtung erforderlich. Diese zusätzliche Vorrichtung umfasst bewegliche Komponenten, die einfach verschleifen können. Die mit der Herstellung und Wartung verbundenen Kosten sind entsprechend hoch. Nachteilig ist ferner, dass aufgrund der beweglichen Komponenten insgesamt ein relativ großer Bauraum erforderlich ist.

**[0003]** Zur Erzeugung eines beweglichen Fluidstroms (oder Fluidstrahls) sind ferner fluidische Bauteile bekannt. Die fluidischen Bauteile umfassen keine beweglichen Komponenten, die der Erzeugung eines beweglichen Fluidstroms dienen. Dadurch weisen sie im Vergleich zu den eingangs erwähnten Düsen nicht die aus den beweglichen Komponenten resultierenden Nachteile auf. Jedoch tritt bei den bekannten fluidischen Bauteilen innerhalb der fluidischen Bauteile regelmäßig ein starker Druckgradient auf, so dass es beim Durchströmen der fluidischen Bauteile mit einem flüssigen Fluidstrom innerhalb der Bauteile zu Kavitation, also zur Ausbildung von Hohlräumen (Blasen), kommen kann. Hierdurch kann sich die Lebensdauer der Bauteile massiv reduzieren oder ein Ausfall der fluidischen Bauteile herbeigeführt werden. Auch sind die bekannten fluidischen Bauteile eher zur Benetzung von Oberflächen geeignet als zur Erzeugung eines Fluidstrahls mit hoher Geschwindigkeit beziehungsweise mit hohem Impuls. So weist ein aus einem bekannten fluidischen Bauteil austretender Fluidstrom die Spraycharakteristik einer Flachstrahldüse auf, die einen fein zerstäubten Strahl erzeugt.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein fluidisches Bauteil zu schaffen, das ausgebildet ist, einen sich beweglichen Fluidstrahl mit hoher Geschwindigkeit beziehungsweise hohem Druck zur Verfügung zu stellen, wobei das fluidische Bauteil eine hohe Ausfallsicherheit und einen entsprechend geringeren Wartungsaufwand aufweist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein fluidisches Bauteil mit den Merkmalen des Anspruchs 1

gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0006]** Danach umfasst das fluidische Bauteil eine Strömungskammer, die von einem Fluidstrom durchströmbar ist. Der Fluidstrom kann ein Flüssigkeitsstrom oder ein Gasstrom sein. Die Strömungskammer umfasst eine Einlassöffnung und eine Auslassöffnung, durch die der Fluidstrom in die Strömungskammer eintritt beziehungsweise aus der Strömungskammer wieder austritt. Das fluidische Bauteil umfasst ferner mindestens ein Mittel zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms an der Auslassöffnung, wobei das Mittel insbesondere zur Ausbildung einer räumlichen Oszillation des Fluidstroms an der Auslassöffnung ausgebildet ist. Die Strömungskammer weist einen Hauptstromkanal, der die Einlassöffnung und die Auslassöffnung miteinander verbindet, und mindestens einen Nebenstromkanal als das mindestens ein Mittel zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms an der Auslassöffnung auf.

**[0007]** Das fluidische Bauteil zeichnet sich dadurch aus, dass die Einlassöffnung eine größere Querschnittsfläche als die Auslassöffnung aufweist oder dass die Einlassöffnung und die Auslassöffnung eine gleich große Querschnittsfläche aufweisen. Hierbei sind unter den Querschnittsflächen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung jeweils die kleinsten Querschnittsflächen des fluidischen Bauteils zu verstehen, die der Fluidstrom passiert, wenn er in die Strömungskammer eintritt beziehungsweise aus der Strömungskammer wieder austritt.

**[0008]** Hierdurch wird erreicht, dass ein räumlich (und zeitlich) oszillierender Fluidstrahl aus dem fluidischen Bauteil austritt, der eine hohe Geschwindigkeit beziehungsweise einen hohen Impuls aufweist. Dabei ist der austretende Fluidstrahl zudem kompakt, das heißt, dass der Fluidstrahl erst spät (weit stromabwärts) und nicht unmittelbar an der Auslassöffnung räumlich auffächert oder aufplatzt.

**[0009]** Auf bewegliche Komponenten zur Erzeugung eines oszillierenden Strahls kann in der erfindungsgemäßen Anordnung verzichtet werden, so dass hierdurch bedingte Kosten und Aufwendungen nicht anfallen. Zudem ist durch den Verzicht auf bewegliche Komponenten die Vibrations- und Geräuschentwicklung des erfindungsgemäßen fluidischen Bauteils relativ gering.

**[0010]** Auch wird das Auftreten einer Kavitation innerhalb des fluidischen Bauteils (und die daraus resultierenden Nachteile) durch die erfindungsgemäße Wahl des Größenverhältnisses von Einlassöffnung zu Auslassöffnung vermieden. Entgegen der vorherrschenden Meinung wird die Ausbildung des oszillierenden Fluidstrahls nicht dadurch beeinträchtigt, dass die Auslassöffnung eine kleinere Querschnittsfläche als die Einlassöffnung hat.

**[0011]** Der räumlich oszillierende Fluidstrahl, der aus dem erfindungsgemäßen fluidischen Bauteil austritt, weist aufgrund seiner Kompaktheit und hohen Geschwindigkeit eine hohe Abtragungs- und Reinigungsleistung auf, wenn er auf eine Oberfläche gerichtet wird.

Daher kann das erfindungsgemäße fluidische Bauteil beispielsweise in der Reinigungstechnik angewandt werden. Auch für die Mischungstechnik (bei der zwei oder mehr unterschiedliche Fluide miteinander gemischt werden sollen) und die Fertigungstechnik (zum Beispiel Wasserstrahlschneiden) ist das erfindungsgemäße fluidische Bauteil interessant. So kann beispielsweise die Effektivität des Wasserstrahlschneidens mit einem aus dem erfindungsgemäßen fluidischen Bauteil austretenden pulsierenden Fluidstrahl erhöht werden.

**[0012]** Prinzipiell kann die Querschnittsfläche der Einlassöffnung gleich groß wie oder größer als die Querschnittsfläche der Auslassöffnung sein. Das Größenverhältnis kann je nach den gewünschten Charakteristiken (Geschwindigkeit beziehungsweise Impuls, Kompaktheit, Oszillationsfrequenz) des austretenden Strahls gewählt werden. Jedoch können auch andere Parameter, wie beispielsweise die Größe (zum Beispiel das Volumen und/oder die Bauteiltiefe, Bauteilbreite, Bauteillänge) des fluidischen Bauteils, die Form des fluidischen Bauteils, die Art des Fluids (Gas, Flüssigkeit mit niedriger Viskosität, Flüssigkeit mit hoher Viskosität), die Größe des Drucks, mit dem der Fluidstrom beaufschlagt in das fluidische Bauteil eintritt, die Eingangsgeschwindigkeit des Fluids und der Volumendurchfluss die Wahl des Größenverhältnisses beeinflussen. Die Oszillationsfrequenz kann zwischen 0,5 Hz und 30 kHz liegen. Ein bevorzugter Frequenzbereich befindet sich zwischen 3 Hz und 400 Hz. Der Eingangsdruck kann zwischen 0,01 bar und 6000 bar über dem Umgebungsdruck liegen. Für einige Anwendungen (sogenannte) Niederdruckanwendungen, wie beispielsweise für Waschmaschinen oder Geschirrspüler, liegt der Eingangsdruck typischerweise zwischen 0,01 bar und 12 bar über dem Umgebungsdruck. Für andere Anwendungen (sogenannte Hochdruckanwendungen), wie beispielsweise für die Reinigung (von Fahrzeugen, Halbzeugen, Maschinen oder Ställen) oder die Mischung von zwei unterschiedlichen Fluiden, liegt der Eingangsdruck typischerweise zwischen 5 bar und 300 bar.

**[0013]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Querschnittsfläche der Einlassöffnung um einen Faktor von bis zu 2,5 größer sein als die Querschnittsfläche der Auslassöffnung. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann die Querschnittsfläche der Einlassöffnung um einen Faktor von bis zu 1,5 größer sein als die Querschnittsfläche der Auslassöffnung.

**[0014]** Zudem kann die Querschnittsfläche der Auslassöffnung eine beliebige Form, wie beispielsweise quadratisch, rechteckig, polygonal, rund, oval usw. haben. Entsprechendes gilt für die Querschnittsfläche der Einlassöffnung. Dabei kann die Form der Einlassöffnung der Form der Auslassöffnung entsprechen oder sich von letzterer unterscheiden. Eine runde Querschnittsfläche der Auslassöffnung kann beispielsweise gewählt werden, um einen besonders kompakten / gebündelten Fluidstrahl zu erzeugen. Ein solcher Fluidstrahl kann insbe-

sondere in der Hochdruckreinigungstechnik oder beim Wasserstrahlschneiden zum Einsatz kommen.

**[0015]** Gemäß einer Ausführungsform weisen sowohl die Einlassöffnung als auch die Auslassöffnung einen rechteckigen Querschnitt auf. Dabei kann die Einlassöffnung eine größere Breite als die Auslassöffnung aufweisen.

**[0016]** Die Breite von Ein- und Auslassöffnung ist dabei bezüglich der Geometrie des fluidischen Bauteils definiert. Das fluidische Bauteil kann beispielsweise im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet sein und entsprechend eine Bauteillänge, eine Bauteilbreite und eine Bauteiltiefe aufweisen, wobei die Bauteillänge den Abstand zwischen der Einlassöffnung und der Auslassöffnung bestimmt und die Bauteilbreite und die Bauteiltiefe jeweils senkrecht zueinander und zu der Bauteillänge definiert sind und wobei die Bauteilbreite größer ist als die Bauteiltiefe. Die Bauteillänge erstreckt sich also im Wesentlichen parallel zur Hauptausbreitungsrichtung des Fluidstroms, der sich bestimmungsgemäß von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung bewegt. Liegen die Ein- und die Auslassöffnung auf einer Achse, die sich parallel zur Bauteillänge erstreckt, so entspricht der Abstand zwischen der Ein- und der Auslassöffnung der Bauteillänge. Sind die Ein- und die Auslassöffnung versetzt zueinander angeordnet, erstreckt sich die besagte Achse also in einem Winkel ungleich  $0^\circ$  zu der Bauteillänge, so bestimmen die Bauteillänge und der Versatz von Ein- und Auslassöffnung den Abstand zwischen der Ein- und der Auslassöffnung entlang der Achse. Bei einem im Wesentlichen quaderförmigen fluidischen Bauteil kann das Verhältnis von Bauteillänge zu Bauteilbreite von  $1/3$  bis  $5$  betragen. Das Verhältnis liegt bevorzugt im Bereich von  $1/1$  bis  $4/1$ . Die Bauteilbreite kann in dem Bereich zwischen  $0,15$  mm und  $2,5$  m liegen. Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante liegt die Bauteilbreite zwischen  $1,5$  mm und  $200$  mm. Die genannten Dimensionen hängen insbesondere von der Anwendung, für die das fluidische Bauteil eingesetzt werden soll, ab.

**[0017]** Die zuvor erwähnte Breite von Ein- und Auslassöffnung erstreckt sich definitionsgemäß parallel zu der Bauteilbreite. Gemäß einer Ausführungsform kann ein im Wesentlichen quaderförmiges fluidisches Bauteil eine rechteckige Auslassöffnung mit einer Breite aufweisen, die  $1/3$  bis  $1/50$  der Bauteilbreite entspricht, und eine rechteckige Einlassöffnung mit einer Breite, die  $1/3$  bis  $1/20$  der Bauteilbreite entspricht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Breite der Auslassöffnung  $1/5$  bis  $1/15$  der Bauteilbreite und die Breite der Einlassöffnung  $1/5$  bis  $1/10$  der Bauteilbreite entsprechen. Das Verhältnis von Bauteiltiefe zu der Breite der Einlassöffnung kann  $1/20$  bis  $5$  betragen. Dieses Verhältnis wird auch als Aspektverhältnis bezeichnet. Ein bevorzugtes Aspektverhältnis liegt zwischen  $1/6$  und  $2$ . Auch die genannten Größenverhältnisse hängen insbesondere von der Anwendung, für die das fluidische Bauteil eingesetzt werden soll, ab.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist

das fluidische Bauteil eine Bauteiltiefe auf, die über die gesamte Bauteillänge konstant ist. Alternativ kann die Bauteiltiefe (stetig (mit oder ohne konstantem/n Anstieg) oder sprunghaft) von der Einlassöffnung hin zur Auslassöffnung abnehmen. Durch die abnehmende Bauteiltiefe wird der Fluidstrahl innerhalb des fluidischen Bauteils vorgebündelt, so dass ein kompakter Fluidstrahl aus dem fluidischen Bauteil austritt. Ein Aufweiten beziehungsweise Aufplatzen des Fluidstrahls kann somit verzögert werden und erfolgt damit nicht unmittelbar an der Auslassöffnung, sondern erst weiter stromabwärts. Diese Maßnahme ist beispielsweise in der Reinigungstechnik oder in die Wasserstrahltechnik vorteilhaft. Gemäß einer weiteren Alternative kann die Bauteiltiefe von der Einlassöffnung hin zur Auslassöffnung zunehmen, wobei die Bauteilbreite derart abnimmt, dass die Querschnittsfläche der Auslassöffnung kleiner oder gleich groß ist als/wie die Querschnittsfläche der Einlassöffnung.

**[0019]** Als Mittel zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms an der Auslassöffnung weist die Strömungskammer mindestens einen Nebenstromkanal auf. Der Nebenstromkanal ist von einem Teil des Fluidstroms, dem Nebenstrom, durchströmbar. Der Teil des Fluidstroms, der nicht in den Nebenstromkanal eintritt sondern aus dem fluidischen Bauteil austritt, wird als Hauptstrom bezeichnet. Der mindestens eine Nebenstromkanal kann einen Eingang, der sich in der Nähe der Auslassöffnung befindet, und einen Ausgang aufweisen, der sich in der Nähe der Einlassöffnung befindet. Der mindestens eine Nebenstromkanal kann in Fluidstromrichtung (von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung) betrachtet neben (nicht hinter oder vor) dem Hauptstromkanal angeordnet sein. Insbesondere können zwei Nebenstromkanäle vorgesehen sein, die sich (in Hauptstromrichtung betrachtet) seitlich neben dem Hauptstromkanal erstrecken, wobei der Hauptstromkanal zwischen den beiden Nebenstromkanälen angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Nebenstromkanäle und der Hauptstromkanal in einer Reihe entlang der Bauteilbreite angeordnet und erstrecken sich jeweils entlang der Bauteillänge. Alternativ können die Nebenstromkanäle und der Hauptstromkanal in einer Reihe entlang der Bauteiltiefe angeordnet sein und sich jeweils entlang der Bauteillänge erstrecken.

**[0020]** Vorzugsweise wird der mindestens eine Nebenstromkanal durch einen Block von dem Hauptstromkanal getrennt. Dieser Block kann unterschiedliche Formen aufweisen. So kann sich der Querschnitt des Blocks in Fluidstromrichtung (von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung) betrachtet verjüngen. Alternativ kann sich der Querschnitt des Blocks mittig zwischen seinem der Einlassöffnung zugewandten Ende und seinem der Auslassöffnung zugewandten Ende verjüngen oder zunehmen. Auch ist eine Vergrößerung des Querschnitts des Blocks mit zunehmendem Abstand von der Einlassöffnung möglich. Zudem kann der Block abgerundete Kanten aufweisen. Scharfe Kanten können an dem Block insbesondere in der Nähe der Einlassöffnung und / oder

der Auslassöffnung vorgesehen sein.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform kann der mindestens eine Nebenstromkanal eine größere oder kleinere Tiefe als der Hauptstromkanal aufweisen. Hierdurch kann zusätzlich Einfluss auf die Oszillationsfrequenz des austretenden Fluidstrahls genommen werden. Durch eine Reduktion der Bauteiltiefe im Bereich des mindestens einen Nebenstromkanals (im Vergleich zum Hauptstromkanal) sinkt die Oszillationsfrequenz, wenn die übrigen Parameter im Wesentlichen unverändert bleiben. Entsprechend steigt die Oszillationsfrequenz, wenn die Bauteiltiefe im Bereich des mindestens einen Nebenstromkanals (im Vergleich zum Hauptstromkanal) erhöht wird und die übrigen Parameter im Wesentlichen unverändert bleiben.

**[0022]** Eine weitere Möglichkeit, die Oszillationsfrequenz des austretenden Fluidstrahls zu beeinflussen, kann durch mindestens einen Separator geschaffen werden, der vorzugsweise am Eingang des mindestens einen Nebenstromkanals vorgesehen ist. Der Separator unterstützt die Abspaltung des Nebenstroms von dem Fluidstrom. Dabei ist unter einem Separator ein (quer zu der in dem Nebenstromkanal vorherrschenden Strömungsrichtung) am Eingang des mindestens einen Nebenstromkanals in die Strömungskammer hineinragendes Element zu verstehen. Der Separator kann als eine Verformung (insbesondere eine Einbuchtung) der Nebenstromkanalwand oder als ein anderweitig ausgebildeter Vorsprung vorgesehen sein. So kann der Separator (kreis)kegelförmig oder pyramidal ausgebildet sein. Die Verwendung eines solchen Separators ermöglicht neben der Beeinflussung der Oszillationsfrequenz, auch den sogenannten Oszillationswinkel zu variieren. Der Oszillationswinkel ist der Winkel, den der oszillierende Fluidstrahl (zwischen seinen beiden maximalen Auslenkungen) überstreicht. Sind mehrere Nebenstromkanäle vorgesehen, so kann für jeden der Nebenstromkanäle oder nur für einen Teil der Nebenstromkanäle ein Separator vorgesehen sein.

**[0023]** Gemäß einer Ausführungsform kann unmittelbar stromaufwärts der Auslassöffnung ein Auslasskanal vorgesehen sein. Der Auslasskanal kann eine Querschnittsflächenform aufweisen, die über die gesamte Länge des Auslasskanals konstant ist und der Form der Querschnittsfläche der Auslassöffnung entspricht (quadratisch, rechteckig, polygonal, rund usw.). Alternativ kann sich die Form der Querschnittsfläche des Auslasskanals über die Länge des Auslasskanals ändern. Dabei kann die Größe der Querschnittsfläche der Auslassöffnung konstant bleiben (das ist dann auch die Größe der Auslassöffnung) oder sich ändern. Insbesondere kann sich die Größe der Querschnittsfläche des Auslasskanals in Fluidstromrichtung von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung verringern. Gemäß einer weiteren Alternative kann sich die Form und / oder Größe der Querschnittsfläche des Hauptstromkanals von der Einlassöffnung hin zur Auslassöffnung ändern. So kann sich insbesondere die Form der Querschnittsfläche (des Aus-

lasskanals oder des Hauptstromkanals) von rechteckig zu rund (in Fluidstromrichtung von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung) ändern. Hierdurch kann der Fluidstrahl bereits im fluidischen Bauteil vorgebündelt werden, so dass die Kompaktheit des austretenden Fluidstrahls erhöht werden kann. Ferner kann sich die Größe der Querschnittsfläche des Auslasskanals ändern, insbesondere in Fluidstromrichtung von der Einlassöffnung zur Auslassöffnung verringern.

**[0024]** Die Form des Auslasskanals beeinflusst den Oszillationswinkel des austretenden Fluidstrahls und kann so gewählt werden, dass sich ein gewünschter Oszillationswinkel einstellt. Neben der zuvor genannten konstanten beziehungsweise variablen Querschnittsflächenform des Auslasskanals kann der Auslasskanal als weiteres Merkmal geradlinig oder gekrümmt ausgebildet sein.

**[0025]** Die Parameter des fluidischen Bauteils (Form, Größe, Anzahl und Form der Nebenstromkanäle, (relative) Größe der Ein- und Auslassöffnung) sind vielfältig einstellbar. Vorzugsweise werden diese Parameter so gewählt, dass der Druck, mit dem der Fluidstrom beaufschlagt über die Einlassöffnung in das fluidische Bauteil eintritt, im Wesentlichen an der Auslassöffnung abgebaut wird. Ein im Vergleich zu dem an der Auslassöffnung erfolgreicher geringer Druckabbau kann dabei bereits in dem fluidischen Bauteil (stromaufwärts der Auslassöffnung) erfolgen.

**[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das fluidische Bauteil zwei oder mehr Auslassöffnungen auf. Diese Auslassöffnungen können durch Anordnung eines Strömungsteilers unmittelbar stromaufwärts der Auslassöffnungen gebildet werden. Der Strömungsteiler ist ein Mittel zum Aufspalten des Fluidstroms in zwei oder mehrere Subströme. Um die eingangs genannten Wirkungen des erfindungsgemäßen fluidischen Bauteils mit nur einer Auslassöffnung auch bei der Ausführungsform mit zwei oder mehr Auslassöffnungen zu erreichen, kann jede Auslassöffnung jeweils eine kleinere Querschnittsfläche als die Einlassöffnung aufweisen oder können alle Auslassöffnungen und die Einlassöffnung jeweils eine gleich große Querschnittsfläche aufweisen. Alternativ kann auch nur eine der zwei / mehreren Auslassöffnungen eine kleinere / gleichgroße Querschnittsfläche als / wie die Einlassöffnung aufweisen. Ein fluidisches Bauteil mit zwei oder mehreren Auslassöffnungen ist geeignet, um zwei oder mehr Fluidstrahlen zu erzeugen, die zeitlich pulsierend aus dem fluidischen Bauteil austreten. Innerhalb eines Pulses kann dabei eine (minimale) örtliche Oszillation auftreten.

**[0027]** Der Strömungsteiler kann unterschiedliche Formen aufweisen, denen jedoch allen gemein ist, dass sie sich in der Ebene, in der der austretende Fluidstrahl oszilliert, und quer zur Längsachse des fluidischen Bauteils stromabwärts verbreitern. Der Strömungsteiler kann in dem Auslasskanal (falls vorhanden) angeordnet sein. Darüber hinaus kann der Strömungsteiler sich tiefer in das fluidische Bauteil, beispielsweise bis in den Haupt-

stromkanal, hinein erstrecken. Dabei kann der Strömungsteiler derart symmetrisch (bezüglich zu einer Achse, die sich parallel zu der Bauteillänge erstreckt) angeordnet sein, dass die Auslassöffnungen identisch in Form und Größe sind. Jedoch sind auch andere Positionen möglich, die in Abhängigkeit von der gewünschten Pulscharakteristik der austretenden Fluidstrahlen gewählt werden können.

**[0028]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das fluidische Bauteil eine Fluidstromführung, die stromabwärts im Anschluss an die Auslassöffnung angeordnet ist. Die Fluidstromführung ist im Wesentlichen röhrenförmig (beispielsweise mit konstant großer Querschnittsfläche und gleichbleibender Querschnittsflächenform) und durch den seine Richtung ändernden Fluidstrom beweglich. Die Querschnittsfläche der Fluidstromführung kann der Querschnittsfläche der Auslassöffnung entsprechen. Durch die Bewegung der Fluidstromführung wird kein Einfluss auf die Richtung des austretenden Fluidstroms genommen. Die Fluidstromführung stellt lediglich ein Mittel (passives Bauelement) zur zusätzlichen Bündelung des oszillierenden austretenden Fluidstrahls dar. Der so gebündelte Fluidstrom fächert oder platzt erst weiter stromabwärts auf als ein Fluidstrom, der aus einem fluidischen Bauteil ohne Fluidstromführung austritt. Insbesondere in der Reinigungstechnik kann diese Eigenschaft gewünscht sein.

**[0029]** Um den austretenden oszillierenden Fluidstrahl nicht zu beeinflussen, kann beispielsweise eine Lagerung vorgesehen sein, über die die Fluidstromführung beweglich an der Auslassöffnung befestigt ist. Aus der Praxis sind unterschiedliche Gelenkausprägungen bekannt, die prinzipiell eingesetzt werden können. Beispielsweise ist ein Kugelgelenk oder ein Festkörpergelenk möglich. Alternativ kann die Fluidstromführung und/oder die Lagerung aus einem elastischen Material gefertigt sein.

**[0030]** Auch kann die Querschnittsfläche der Auslassöffnung der Fluidstromführung unterschiedlich realisiert werden. Die Auslassöffnung der Fluidstromführung ist die Öffnung, aus der der Fluidstrom aus der Fluidstromführung (und somit aus dem fluidischen Bauteil) austritt. So sind Formen für die Querschnittsfläche der Auslassöffnung der Fluidstromführung, die im Zusammenhang mit der Auslassöffnung des fluidischen Bauteils ohne Fluidstromführung beschrieben wurden, möglich. Auch kann sich die Form der Querschnittsfläche der Fluidstromführung über die Länge der Fluidstromführung ändern. So kann eine rechteckige Querschnittsfläche im Bereich der Lagerung (also am Eingang der Fluidstromführung) vorgesehen sein, die stromabwärts in eine runde Querschnittsfläche übergeht.

**[0031]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das fluidische Bauteil eine Auslasserweiterung auf, die sich stromabwärts der Auslassöffnung an die Auslassöffnung anschließt. Insbesondere schließt sich die Auslasserweiterung stromabwärts der Auslassöffnung unmittelbar (direkt) an die Auslassöffnung an. Die Auslas-

serweiterung kann beispielsweise trichterförmig ausgebildet sein. Insbesondere kann die Auslasserweiterung eine Querschnittsfläche (senkrecht zu der Fluidstromrichtung) aufweisen, deren Größe von der Auslassöffnung stromabwärts zunimmt. Dabei kann die Auslassöffnung die Stelle mit der kleinsten Querschnittsfläche zwischen der Strömungskammer und der Auslasserweiterung bilden.

**[0032]** Die Auslasserweiterung kann dazu dienen, einen Fluidstrahl, der an der Auslassöffnung einen hohen Druckabbau erfährt und damit an der Auslassöffnung aufplatzt, zu bündeln. Die Auslasserweiterung kann damit (zumindest teilweise) dem Aufplatzen des Fluidstrahls entgegenwirken. Durch die Bündelung des Fluidstrahls kann eine Erhöhung der Abtragsbeziehungsweise Reinigungsleistung des fluidischen Bauteils erreicht werden.

**[0033]** Gemäß einer Ausführungsform kann die Auslasserweiterung eine Breite aufweisen, die von der Auslassöffnung stromabwärts (stetig) zunimmt. Dabei ist die Breite jene Ausdehnung der Auslasserweiterung, die in der Ebene liegt, in der der austretende Fluidstrom oszilliert. Dabei kann die Tiefe der Auslasserweiterung konstant sein. Die Tiefe der Auslasserweiterung ist jene Ausdehnung der Auslasserweiterung, die im Wesentlichen senkrecht zu der Ebene gerichtet ist, in der der austretende Fluidstrom oszilliert. Je nach Anwendungsfeld des fluidischen Bauteils kann sich die Tiefe der Auslasserweiterung stromabwärts vergrößern oder verkleinern (im Vergleich zu der Bauteiltiefe, die an der Auslassöffnung vorliegt). Durch eine stromabwärts gerichtete Verkleinerung der Bauteiltiefe im Bereich der Auslasserweiterung kann eine weitere Fokussierung des austretenden Fluidstrahls erreicht werden.

**[0034]** Gemäß einer Ausführungsform kann die Auslasserweiterung von einer Wand begrenzt sein, die in der Ebene in der der austretende Fluidstrahl innerhalb eines Oszillationswinkels oszilliert, einen Winkel einschließt, wobei der Winkel der Auslasserweiterung um  $0^\circ$  bis  $15^\circ$ , vorzugsweise um  $0^\circ$  bis  $10^\circ$ , größer als der Oszillationswinkel ist. Damit beeinflusst die Auslasserweiterung nicht die Größe des Oszillationswinkels, sondern lediglich das Aufplatzen des austretenden Fluidstrahls. Diese Winkelgröße ist beispielsweise für fluidische Bauteile sinnvoll, die ohne Auslasserweiterung eine gleichmäßige Verteilung des Fluids auf der zu besprühenden Fläche erzeugen. Der Winkel der Auslasserweiterung kann auch kleiner als der Oszillationswinkel gewählt werden, beispielsweise wenn das fluidische Bauteil ohne Auslasserweiterung eine ungleichmäßige Verteilung des Fluids auf der zu besprühenden Fläche erzeugt oder wenn der Oszillationswinkel verkleinert werden soll.

**[0035]** Stromaufwärts der Auslassöffnung kann ein Auslasskanal vorgesehen sein, dessen begrenzende Wände in der Ebene, in der der austretende Fluidstrahl oszilliert, einen Winkel einschließen, wobei der Winkel des Auslasskanals größer als der Oszillationswinkel und auch größer als der Winkel der Auslasserweiterung sein

kann. Der Winkel des Auslasskanals ist bevorzugt mindestens um den Faktor 1,1 größer als der Winkel der Auslasserweiterung. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegt der Winkel des Auslasskanals in einem Bereich, der von dem 1,1-fachen des Winkels der Auslasserweiterung bis zu dem 3,5-fachen des Winkels der Auslasserweiterung reicht.

**[0036]** Die Erfindung betrifft ferner ein Einspritzsystem und ein Reinigungsgerät, die jeweils das erfindungsgemäße fluidische Bauteil umfassen. Das Einspritzsystem ist zum Einspritzen eines Kraftstoffs in eine Verbrennungskraftmaschine, wie beispielsweise einen Verbrennungsmotor oder eine Gasturbine vorgesehen, der beispielsweise in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird. Das Reinigungsgerät ist insbesondere ein Geschirrspüler, eine Waschmaschine, eine industrielle Reinigungsanlage oder ein Hochdruckreiniger.

**[0037]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0038]** Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 eine Schnittdarstellung des fluidischen Bauteils aus Figur 1 entlang der Linie A'-A";

Fig. 3 eine Schnittdarstellung des fluidischen Bauteils aus Figur 1 entlang der Linie B'-B";

Fig. 4 drei Momentaufnahmen (Abbildungen a) bis c)) eines Oszillationszyklus eines Fluidstroms zur Veranschaulichung der Strömungsrichtung des Fluidstroms, der ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung durchströmt; eine Schnittdarstellung (Abbildung d)) des fluidischen Bauteils aus den Abbildungen a) bis c) zur Veranschaulichung der Dimensionen dieses Bauteils;

Fig. 5 eine Strömungssimulation für die drei Momentaufnahmen aus Figur 4 zur Veranschaulichung der jeweiligen Geschwindigkeitsverteilung des Fluids;

Fig. 6 eine Darstellung der Druckverteilung des Fluids für die Momentaufnahme b) aus Figur 5;

Fig. 7 eine Darstellung des aus einem fluidischen Bauteil austretenden Fluidstroms in Abhängigkeit des Drucks des Fluidstroms am Eingang des fluidischen Bauteils, mit a) 0,5 bar, b) 2,5 bar und c) 7 bar; eine Schnittdarstellung (Abbildung d)) des fluidischen Bauteils aus den Abbildungen a) bis c) zur Veranschauli-

- chung der Dimensionen dieses Bauteils;
- Fig. 8 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei die Ansicht jener aus Figur 3 entspricht;
- Fig. 9 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei die Ansicht jener aus Figur 3 entspricht;
- Fig. 10 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil mit zwei Auslassöffnungen;
- Fig. 11 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil mit zwei Auslassöffnungen gemäß einer weiteren Ausführungsform;
- Fig. 12 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil mit einer Fluidstromführung;
- Fig. 13 das fluidische Bauteil aus Figur 12 mit einem Strömungsleitkörper;
- Fig. 14 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform; und
- Fig. 15 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil mit einer Kavität
- Fig. 16 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 17 eine Schnittdarstellung des fluidischen Bauteils aus Figur 16 entlang der Linie A'-A";
- Fig. 18 eine Schnittdarstellung des fluidischen Bauteils aus Figur 16 entlang der Linie B'-B"; und
- Fig. 19 einen Querschnitt durch ein fluidisches Bauteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0039]** In Figur 1 ist schematisch ein fluidisches Bauteil 1 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Die Figuren 2 und 3 zeigen eine Schnittdarstellung dieses fluidischen Bauteils 1 entlang der Linien A'-A" beziehungsweise B'-B". Das fluidische Bauteil 1 umfasst eine Strömungskammer 10, die von einem Fluidstrom 2 durchströmbar ist (Figur 4). Die Strömungskammer 10 wird auch als Wechselwirkungskammer bezeichnet.

**[0040]** Die Strömungskammer 10 umfasst eine Einlassöffnung 101, über die der Fluidstrom 2 in die Strömungskammer 10 eintritt, und eine Auslassöffnung 102, über

die der Fluidstrom 2 aus der Strömungskammer 10 austritt. Die Einlassöffnung 101 und die Auslassöffnung 102 sind auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten des fluidischen Bauteils 1 angeordnet. Der Fluidstrom 2 bewegt sich in der Strömungskammer 10 im Wesentlichen entlang einer Längsachse A des fluidischen Bauteils 1 (die die Einlassöffnung 101 und die Auslassöffnung 102 miteinander verbindet) von der Einlassöffnung 101 zu der Auslassöffnung 102.

**[0041]** Die Längsachse A bildet eine Symmetrieachse des fluidischen Bauteils 1. Die Längsachse A liegt in zwei senkrecht zueinander stehenden Symmetrieebenen S1 und S2, gegenüber denen das fluidische Bauteil 1 spiegelsymmetrisch ist. Alternativ kann das fluidische Bauteil 1 nicht (spiegel)symmetrisch aufgebaut sein.

**[0042]** Zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms umfasst die Strömungskammer 10 neben einem Hauptstromkanal 103 zwei Nebenstromkanäle 104a, 104b, wobei der Hauptstromkanal 103 (quer zur Längsachse A betrachtet) zwischen den zwei Nebenstromkanälen 104a, 104b angeordnet ist. Unmittelbar hinter der Einlassöffnung 101 teilt sich die Strömungskammer 10 in den Hauptstromkanal 103 und die zwei Nebenstromkanäle 104a, 104b, die dann unmittelbar vor der Auslassöffnung 102 wieder zusammengeführt werden. Die zwei Nebenstromkanäle 104a, 104b sind symmetrisch bezüglich der Symmetrieachse S2 angeordnet (Figur 3). Gemäß einer nicht dargestellten Alternative sind die Nebenstromkanäle nicht symmetrisch angeordnet.

**[0043]** Der Hauptstromkanal 103 verbindet im Wesentlichen geradlinig die Einlassöffnung 101 und die Auslassöffnung 102 miteinander, so dass der Fluidstrom 2 im Wesentlichen entlang der Längsachse A des fluidischen Bauteils 1 strömt. Die Nebenstromkanäle 104a, 104b erstrecken sich ausgehend von der Einlassöffnung 101 in einem ersten Abschnitt jeweils zunächst in einem Winkel von im Wesentlichen 90° zu der Längsachse A in entgegengesetzte Richtungen. Anschließend biegen die Nebenstromkanäle 104a, 104b ab, so dass sie sich jeweils im Wesentlichen parallel zu der Längsachse A (in Richtung auf die Auslassöffnung 102) erstrecken (zweiter Abschnitt). Um die Nebenstromkanäle 104a, 104b und den Hauptstromkanal 103 wieder zusammenzuführen, ändern die Nebenstromkanäle 104a, 104b am Ende des zweiten Abschnitts nochmals ihre Richtung, so dass sie jeweils im Wesentlichen in Richtung auf die Längsachse A gerichtet sind (dritter Abschnitt). In der Ausführungsform der Figur 1 ändert sich die Richtung der Nebenstromkanäle 104a, 104b beim Übergang vom zweiten in den dritten Abschnitt um einen Winkel von ca. 120°. Jedoch können für die Richtungsänderung zwischen diesen beiden Abschnitten der Nebenstromkanäle 104a, 104b auch andere als der hier genannte Winkel gewählt werden.

**[0044]** Die Nebenstromkanäle 104a, 104b sind ein Mittel zur Beeinflussung der Richtung des Fluidstromes 2, der die Strömungskammer 10 durchströmt. Die Nebenstromkanäle 104a, 104b weisen hierfür jeweils einen Ein-

gang 104a1, 104b1, der im Wesentlichen durch das der Auslassöffnung 102 zugewandte Ende der Nebenstromkanäle 104a, 104b gebildet wird, und jeweils einen Ausgang 104a2, 104b2 auf, der im Wesentlichen durch das der Einlassöffnung 101 zugewandte Ende der Nebenstromkanäle 104a, 104b gebildet wird. Durch die Eingänge 104a1, 104b1 fließt ein kleiner Teil des Fluidstroms 2, die Nebenströme 23a, 23b (Figur 4), in die Nebenstromkanäle 104a, 104b. Der restliche Teil des Fluidstroms 2 (im Wesentlichen der sogenannte Hauptstrom 24) tritt über die Auslassöffnung 102 aus dem fluidischen Bauteil 1 aus (Figur 4). Die Nebenströme 23a, 23b treten an den Ausgängen 104a2, 104b2 aus den Nebenstromkanälen 104a, 104b aus, wo sie einen seitlichen (quer zur Längsachse A) Impuls auf den durch die Einlassöffnung 101 eintretenden Fluidstrom 2 ausüben können. Dabei wird die Richtung des Fluidstromes 2 derart beeinflusst, dass der an der Auslassöffnung 102 austretende Hauptstrom 24 räumlich oszilliert, und zwar in einer Ebene, in der der Hauptstromkanal 103 und die Nebenstromkanäle 104a, 104b angeordnet sind. Die Ebene, in der der Hauptstrom 24 oszilliert, entspricht der Symmetrieebene S1 beziehungsweise ist parallel zu der Symmetrieebene S1. Figur 4, die den oszillierenden Fluidstrom 2 darstellt, wird später näher erläutert.

**[0045]** Die Nebenstromkanäle 104a, 104b weisen jeweils eine Querschnittsfläche auf, die über die gesamte Länge (vom Eingang 104a1, 104b1 bis zum Ausgang 104a2, 104b2) der Nebenstromkanäle 104a, 104b nahezu konstant ist. Alternativ kann sich die Größe und/oder Form der Querschnittsfläche über die Länge der Nebenstromkanäle ändern. Demgegenüber nimmt die Größe der Querschnittsfläche des Hauptstromkanals 103 in Strömungsrichtung des Hauptstromes 23 (also in Richtung von der Einlassöffnung 101 zu der Auslassöffnung 102) stetig zu, wobei die Form des Hauptstromkanals 103 spiegelsymmetrisch zu den Symmetrieebenen S1 und S2 ist.

**[0046]** Der Hauptstromkanal 103 ist von jedem Nebenstromkanal 104a, 104b durch einen Block 11a, 11b getrennt. Die zwei Blöcke 11a, 11b sind in der Ausführungsform aus Figur 1 identisch in Form und Größe und symmetrisch bezüglich der Spiegelebene S2 angeordnet. Prinzipiell können sie jedoch auch unterschiedlich ausgebildet und nicht symmetrisch ausgerichtet sein. Bei nicht symmetrischer Ausrichtung ist auch die Form des Hauptstromkanals 103 nicht symmetrisch zu der Spiegelebene S2. Die Form der Blöcke 11a, 11b, die in Figur 1 dargestellt ist, ist nur beispielhaft und kann variiert werden. Die Blöcke 11a, 11b aus Figur 1 weisen abgerundete Kanten auf.

**[0047]** Am Eingang 104a1, 104b1 der Nebenstromkanäle 104a, 104b, sind zudem Separatoren 105a, 105b in Form von Einbuchtungen (der Begrenzungswand der Strömungskammer 10) vorgesehen. Dabei ragt am Eingang 104a1, 104b1 jedes Nebenstromkanals 104a, 104b jeweils eine Einbuchtung 105a, 105b über einen Abschnitt der Umfangskante des Nebenstromkanals 104a,

104b in den jeweiligen Nebenstromkanal 104a, 104b und verändert an dieser Stelle unter Verkleinerung der Querschnittsfläche dessen Querschnittsform. In der Ausführungsform der Figur 1 ist der Abschnitt der Umfangskante so gewählt, dass jede Einbuchtung 105a, 105b (unter anderem auch) auf die Einlassöffnung 101 (im Wesentlichen parallel zu der Längsachse A ausgerichtet) gerichtet ist. Alternativ können die Separatoren 105a, 105b anders ausgerichtet sein. Durch die Separatoren 105a, 105b wird die Abtrennung der Nebenströme 23a, 23b vom Hauptstrom 24 beeinflusst und gesteuert. Durch Form, Größe und Ausrichtung der Separatoren 105a, 105b kann die Menge, die aus dem Fluidstrom 2 in die Nebenstromkanäle 104a, 104b strömt, sowie die Richtung der Nebenströme 23a, 23b beeinflusst werden. Das führt wiederum zu einer Beeinflussung des Austrittswinkels des Hauptstroms 24 an der Auslassöffnung 102 des fluidischen Bauteils 1 (und damit zu einer Beeinflussung des Oszillationswinkels) sowie der Frequenz, mit der der Hauptstrom 24 an der Auslassöffnung 102 oszilliert. Durch Wahl der Größe, Orientierung und/oder Form der Separatoren 105a, 105b kann somit gezielt das Profil des an der Auslassöffnung 102 austretenden Hauptstroms 24 beeinflusst werden. Alternativ kann auch nur am Eingang eines der beiden Nebenstromkanäle ein Separator vorgesehen sein.

**[0048]** In der Ausführungsform aus Figur 1 weisen die Separatoren 105a, 105b jeweils eine Form auf, die in der Symmetrieebene S1 einen Kreisbogen beschreibt. Dieser Kreisbogen geht einerseits tangential in die (lineare) Begrenzungswand des Auslasskanals 107 über. Andererseits geht dieser Kreisbogen tangential in einen weiteren Kreisbogen 104a3, 104b3 über, der den Eingang 104a1, 104b1 des Nebenstromkanals 104a, 104b begrenzt. Der Kreisbogen des Separators 105a, 105b weist dabei einen kleineren Radius auf als der Kreisbogen 104a3, 104b3 des Eingangs 104a1, 104b1 des Nebenstromkanals 104a, 104b. Der Kreisbogen 104a3, 104b3 des Eingangs 104a1, 104b1 des Nebenstromkanals 104a, 104b geht ferner tangential in die begrenzende Wand 104a4, 104b4 des Nebenstromkanals 104a, 104b über. Insbesondere ist der Übergang zwischen den Separatoren 105a, 105b und den Nebenstromkanälen 104a, 104b einerseits und dem Auslasskanal 107 andererseits stetig, ohne Sprünge ausgebildet.

**[0049]** Die Separatoren 105a, 105b sind im Wesentlichen gegenüber dem der Auslassöffnung 102 zugewandten Ende der Blöcke 11a, 11b in der Begrenzungswand der Strömungskammer 10 ausgebildet. Insbesondere können die Separatoren 105a, 105b in einem Abstand zu der Symmetrieebene S2 angeordnet sein, der innerhalb der mittleren Breite der Blöcke 11a, 11b liegt. Die mittlere Breite eines Blockes 11a, 11b ist die Breite, die der Block 11a, 11b (in Strömungsrichtung betrachtet) auf seiner halben Länge aufweist.

**[0050]** Der Einlassöffnung 101 der Strömungskammer 10 ist stromaufwärts ein trichterförmiger Ansatz 106 vorgeschaltet, der sich in Richtung auf die Einlassöffnung



101 (stromabwärts) verjüngt. Die Länge (entlang der Fluidstromrichtung) des trichterförmigen Ansatzes 106 kann um einen Faktor von mindestens 1,5 größer sein als die Breite  $b_{IN}$  der Einlassöffnung 101. Vorzugsweise ist der trichterförmige Ansatz 106 um einen Faktor von mindestens 3 größer sein als die Breite  $b_{IN}$  der Einlassöffnung 101. Auch die Strömungskammer 10 verjüngt sich, und zwar im Bereich der Auslassöffnung 102. Die Verjüngung wird von einem Auslasskanal 107 gebildet, der sich zwischen den Separatoren 105a, 105b und der Auslassöffnung 102 erstreckt. Dabei verjüngen sich der trichterförmige Ansatz 106 und der Auslasskanal 107 derart, dass nur deren Breite, das heißt deren Ausdehnung in der Symmetrieebene S1 senkrecht zu der Längsachse A, jeweils stromabwärts abnimmt. Die Verjüngung wirkt sich nicht auf die Tiefe, das heißt die Ausdehnung in der Symmetrieebene S2 senkrecht zu der Längsachse A, des Ansatzes 106 und des Auslasskanals 107 aus (Figur 2). Alternativ können sich der Ansatz 106 und der Auslasskanal 107 auch jeweils in der Breite und in der Tiefe verjüngen. Ferner kann sich nur der Ansatz 106 in der Tiefe oder in der Breite verjüngen, während sich der Auslasskanal 107 sowohl in der Breite als auch in der Tiefe verjüngt, und umgekehrt. Das Ausmaß der Verjüngung des Auslasskanals 107 beeinflusst die Richtcharakteristik des aus der Auslassöffnung 102 austretenden Fluidstroms 2 und somit dessen Oszillationswinkel. Die Form des trichterförmigen Ansatzes 106 und des Auslasskanals 107 sind in Figur 1 nur beispielhaft gezeigt. Hier nimmt deren Breite stromabwärts jeweils linear ab. Andere Formen der Verjüngung sind möglich.

**[0051]** Die Einlassöffnung 101 und die Auslassöffnung 102 weisen jeweils eine rechteckige Querschnittsfläche auf. Diese weisen jeweils die gleiche Tiefe (Ausdehnung in der Symmetrieebene S2 senkrecht zur Längsachse A, Figur 2) auf, unterscheiden sich jedoch in ihrer Breite  $b_{IN}$ ,  $b_{EX}$  (Ausdehnung in der Symmetrieebene S1 senkrecht zur Längsachse A, Figur 1). Insbesondere ist die Auslassöffnung 102 weniger breit als die Einlassöffnung 101. Somit ist die Querschnittsfläche der Auslassöffnung 102 kleiner als die Querschnittsfläche der Einlassöffnung 101. Alternativ kann bei gleicher Breite von Einlassöffnung 101 und Auslassöffnung 102 die Auslassöffnung 102 weniger tief sein als die Einlassöffnung 101. In einer weiteren alternativen Variante können sowohl die Breite als auch die Tiefe der Auslassöffnung 102 jeweils kleiner sein als die Breite beziehungsweise die Tiefe der Einlassöffnung 101. In jedem Fall sind die Abmessungen von Breite und Tiefe so zu wählen, dass die Querschnittsfläche der Auslassöffnung 102 kleiner als oder gleich groß wie die Querschnittsfläche der Einlassöffnung 101 ist.

**[0052]** Für Reinigungsanwendungen, die typischerweise mit Eingangsdrücken von über 14 bar arbeiten, kann das fluidische Bauteil 1 eine Auslassbreite  $b_{EX}$  von 0,01 mm bis 18 mm haben. Vorzugsweise liegt die Auslassbreite  $b_{EX}$  zwischen 0,1 mm und 8 mm. Das Verhältnis der Breite  $b_{IN}$  der Einlassöffnung 101 zu der Breite  $b_{EX}$  der Auslassöffnung 102 kann 1 bis 6 sein, vorzugs-

weise zwischen 1 und 2,2 liegen. Dabei sind die Abmessungen der Bauteiltiefe im Bereich der Einlassöffnung 101 und der Auslassöffnung 102 so zu wählen, dass die Querschnittsfläche der Auslassöffnung 102 kleiner als oder gleich groß wie die Querschnittsfläche der Einlassöffnung 101 ist. Die Bauteilbreite  $b$  kann mindestens um den Faktor 4 größer als die Auslassbreite  $b_{EX}$ . Bevorzugt ist die Bauteilbreite  $b$  um einen Faktor von 6 bis 21 größer als die Auslassbreite  $b_{EX}$ . Die Bauteillänge  $l$  kann mindestens um den Faktor 6 größer als die Auslassbreite  $b_{EX}$  sein. Bevorzugt ist die Bauteillänge  $l$  um einen Faktor von 8 bis 38 größer als die Auslassbreite  $b_{EX}$ . Die breiteste Stelle des Hauptstromkanals (der größte Abstand zwischen den Blöcken 11a, 11b entlang der Breite des fluidischen Bauteils 1 betrachtet) kann um den Faktor 2 bis 18 größer sein als die Auslassbreite  $b_{EX}$ . Bevorzugt liegt dieser Faktor zwischen 3 und 12.

**[0053]** In Figur 4 sind drei Momentaufnahmen eines Fluidstroms 2 zur Veranschaulichung der Strömungsrichtung (Stromlinien) des Fluidstroms 2 in einem fluidischen Bauteil 1 während eines Oszillationszyklus dargestellt (Abbildungen a) bis c)). Das fluidische Bauteil 1 aus Figur 4 unterscheidet sich von dem fluidischen Bauteil 1 aus den Figuren 1 bis 3 insbesondere dadurch, dass keine Separatoren vorgesehen sind und dass die der Einlassöffnung 101 zugewandten Enden der Blöcke 11 weniger abgerundet sind. Die Bauteillänge  $l$  des fluidischen Bauteils 1 aus Figur 4 beträgt 18 mm und die Bauteilbreite  $b$  20 mm (Abbildung d)). Die Breite  $b_{IN}$  der Einlassöffnung 101 und die Breite  $b_N$  der Nebenstromkanäle 104a, 104b sind gleich groß und betragen jeweils 2 mm. Die Auslassbreite  $b_{EX}$  beträgt 0,9 mm. Die Bauteiltiefe ist in diesem Ausführungsbeispiel konstant und beträgt 0,9 mm. Der Hauptstromkanal 103 weist eine maximale Breite  $b_H$  zwischen den Blöcken 11a, 11b von 8 mm auf. Das das fluidische Bauteil 1 durchströmende Fluid weist an der Einlassöffnung 101 einen Druck von 56 bar auf, wobei das Fluid Wasser ist. Jedoch ist das dargestellte fluidische Bauteil 1 grundsätzlich auch für gasförmige Fluide geeignet.

**[0054]** In den Abbildungen a) und c) sind die Stromlinien für zwei Auslenkungen des austretenden Hauptstroms 24 dargestellt, die annähernd den maximalen Auslenkungen entsprechen. Der Winkel, den der austretende Hauptstrom 24 zwischen diesen beiden Maxima überstreicht ist der Oszillationswinkel  $\alpha$  (Figur 7). Abbildung b) zeigt die Stromlinien für eine Position des austretenden Hauptstroms 24, die ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Maxima aus den Abbildungen a) und c) liegt. Im Folgenden werden die Strömungen innerhalb des fluidischen Bauteils 1 während eines Oszillationszyklus beschrieben.

**[0055]** Zunächst wird der Fluidstrom 2 mit einem Eingangsdruck von 56 bar über die Einlassöffnung 101 in das fluidische Bauteil 1 geleitet. Der Fluidstrom 2 erfährt im Bereich der Einlassöffnung 101 kaum einen Druckverlust, da er ungestört in den Hauptstromkanal 103 strömen kann. Der Fluidstrom 2 strömt zunächst entlang der

Längsachse A in Richtung auf die Auslassöffnung 102.

**[0056]** Durch Einbringen einer einmaligen zufälligen oder gezielten Störung wird der Fluidstrom 2 seitlich in Richtung der dem Hauptstromkanal 103 zugewandten Seitenwand des einen Blockes 11a ausgelenkt, so dass die Richtung des Fluidstroms 2 zunehmend von der Längsachse A abweicht bis der Fluidstrom maximal ausgelenkt ist. Durch den sogenannten Coandă-Effekt legt sich der größte Teil des Fluidstroms 2, der sogenannte Hauptstrom 24, dabei an die Seitenwand des einen Blockes 11a an und strömt dann entlang dieser Seitenwand. Im Bereich zwischen dem Hauptstrom 24 und dem anderen Block 11b bildet sich ein Rezirkulationsgebiet 25b aus. Dabei wächst das Rezirkulationsgebiet 25b je mehr sich der Hauptstrom 24 an die Seitenwand des einen Blockes 11a anlegt. Der Hauptstrom 24, tritt unter einem sich zeitlich ändernden Winkel bezüglich der Längsachse A aus der Auslassöffnung 102 aus. In Figur 4a) liegt der Hauptstrom 24 an der Seitenwand des einen Blockes 11a an und das Rezirkulationsgebiet 25b weist seine maximale Größe auf. Zudem tritt der Hauptstrom 24 mit annähernd größtmöglicher Auslenkung aus der Auslassöffnung 102 aus.

**[0057]** Ein kleiner Teil des Fluidstroms 2, der sogenannte Nebenstrom 23a, 23b, trennt sich von dem Hauptstrom 24 und strömt in die Nebenstromkanäle 104a, 104b über deren Eingänge 104a1, 104b1. In der in Figur 4a) dargestellten Situation ist (aufgrund der Auslenkung des Fluidstroms 2 in Richtung des Blockes 11a) der Teil des Fluidstroms 2, der in den Nebenstromkanal 104b fließt, der an den Block 11b grenzt, an dessen Seitenwand sich der Hauptstrom 103 nicht anlegt, deutlich größer als der Teil des Fluidstroms 2, der in den Nebenstromkanal 104a fließt, der an den Block 11a grenzt, an dessen Seitenwand sich der Hauptstrom 103 anlegt. In Figur 4a) ist also der Nebenstrom 23b deutlich größer als der Nebenstrom 23a, der nahezu vernachlässigbar ist. In der Regel kann die Umlenkung des Fluidstroms 2 in die Nebenstromkanäle 104a, 104b mit Separatoren beeinflusst und gesteuert werden. Die Nebenströme 23a, 23b (insbesondere der Nebenstrom 23b) fließen durch die Nebenstromkanäle 104a beziehungsweise 104b zu deren jeweiligen Ausgängen 104a2, 104b2 und geben damit dem an der Einlassöffnung 101 eintretenden Fluidstrom 2 einen Impuls. Da der Nebenstrom 23b größer ist als der Nebenstrom 23a überwiegt die Impulskomponente, die aus dem Nebenstrom 23b resultiert.

**[0058]** Der Hauptstrom 24 wird also durch den Impuls (des Nebenstroms 23b) an die Seitenwand des Blockes 11a gedrückt. Gleichzeitig bewegt sich das Rezirkulationsgebiet 25b in Richtung auf den Eingang 104b1 des Nebenstromkanals 104b, wodurch die Zufuhr von Fluid in den Nebenstromkanal 104b gestört wird. Die Impulskomponente, die von dem Nebenstrom 23b resultiert, nimmt damit ab. Gleichzeitig verkleinert sich das Rezirkulationsgebiet 25b, während sich ein weiteres (anwachsendes) Rezirkulationsgebiet 25a zwischen dem Hauptstrom 24 und der Seitenwand des Blockes 11a ausbildet.

Hierbei nimmt auch die Zufuhr von Fluid in den Nebenstromkanal 104a zu. Die Impulskomponente, die von dem Nebenstrom 23a resultiert, nimmt damit zu. Die Impulskomponenten der Nebenströme 23a, 23b nähern sich im weiteren Verlauf immer weiter an, bis sie gleich groß sind und sich gegenseitig aufheben. In dieser Situation wird der eintretende Fluidstrom 2 nicht abgelenkt, so dass sich der Hauptstrom 24 ungefähr mittig zwischen den beiden Blöcken 11a, 11b bewegt und ohne Auslenkung aus der Auslassöffnung 102 austritt. Figur 4b) zeigt nicht exakt diese Situation, sondern eine Situation kurz zuvor.

**[0059]** Im weiteren Verlauf nimmt die Zufuhr von Fluid in den Nebenstromkanal 104a immer weiter zu, so dass die Impulskomponente, die von dem Nebenstrom 23a resultiert, die Impulskomponente, die von dem Nebenstrom 23b resultiert, übersteigt. Der Hauptstrom 24 wird dadurch immer weiter von der Seitenwand des Blockes 11a weggedrängt bis er an der Seitenwand des gegenüberliegenden Blockes 11b aufgrund des Coandă-Effekts anliegt (Figur 4c)). Das Rezirkulationsgebiet 25b löst sich dabei auf, während das Rezirkulationsgebiet 25a zu seiner maximalen Größe anwächst. Der Hauptstrom 24 tritt nun mit maximaler Auslenkung, die im Vergleich zu der Situation aus Figur 4a) ein umgekehrtes Vorzeichen aufweist, aus der Auslassöffnung 102 aus.

**[0060]** Anschließend wird das Rezirkulationsgebiet 25a wandern und den Eingang 104a1 des Nebenstromkanals 104a blockieren, so dass die Zufuhr von Fluid hier wieder sinkt. In der Folge wird der Nebenstrom 23b die dominierende Impulskomponente liefern, so dass der Hauptstrom 24 wieder von der Seitenwand des Blocks 11b weggedrückt wird. Die beschriebenen Änderungen erfolgen nun in umgekehrter Reihenfolge.

**[0061]** Durch den beschriebenen Vorgang oszilliert der an der Auslassöffnung 102 austretende Hauptstrom 24 um die Längsachse A in einer Ebene, in der der Hauptstromkanal 103 und die Nebenstromkanäle 104a, 104b angeordnet sind, so dass ein hin- und her schweifender Fluidstrahl erzeugt wird. Um den beschriebenen Effekt zu erreichen, ist ein symmetrischer Aufbau des fluidischen Bauteils 1 nicht zwingend notwendig.

**[0062]** Figur 5 zeigt für jede der drei Momentaufnahmen a), b) und c) aus Figur 4 eine entsprechende transiente Strömungssimulation, um das Geschwindigkeitsfeld des Fluidstroms 2 innerhalb und außerhalb des fluidischen Bauteils 1 zu visualisieren. Hierbei entspricht Figur 5a) der Momentaufnahme aus Figur 4a) usw. Die in Figur 5 abgebildete Skala übersetzt die Graustufen, in denen der Fluidstrom 2 abgebildet ist, in eine Geschwindigkeit in m/s des Fluidstroms. Dabei ist die Geschwindigkeit logarithmisch mit einem Farbcode codiert. Danach entspricht schwarz einer Fluidgeschwindigkeit von 0 m/s, während weiß einer Fluidgeschwindigkeit von 150 m/s entspricht. Je heller das Fluid an einer Stelle dargestellt ist, umso höher ist dessen Geschwindigkeit an dieser Stelle. Die Abbildungen a) bis c) zeigen, dass der Hauptstrom 24 an der Auslassöffnung 102 mit einer Ge-

geschwindigkeit austritt, die stets höher ist als die Geschwindigkeit, mit der der Fluidstrom 2 an der Einlassöffnung 101 eintritt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Auslassöffnung 102 eine kleinere Querschnittsfläche als die Einlassöffnung 101 hat. In diesem Beispiel beträgt die Geschwindigkeit des austretenden Hauptstroms 24 rund 150 m/s. Es wird also ein Fluidstrahl mit hoher Geschwindigkeit beziehungsweise hohem Impuls erzeugt. Trotz der hohen Geschwindigkeit des austretenden Fluidstrahls bleibt der Oszillationsmechanismus erhalten.

**[0063]** Figur 6 zeigt für die Momentaufnahme aus Figur 4b) (Figur 5b)) das entsprechende Druckfeld des Fluidstroms 2. Der Druck ist logarithmisch mit einem Farbcode codiert. Die abgebildete Skala reicht von 1 bar (weiß) bis 60 bar (schwarz). Stromaufwärts der Einlassöffnung 101 beträgt der Druck des Fluids 56 bar. Der Umgebungsdruck beträgt 1 bar (weiß). Figur 6 zeigt deutlich, dass der Druck des Fluids in dem gesamten fluidischen Bauteil 1 hoch ist und im Wesentlichen dem Druck vor Eintritt in das fluidische Bauteil 1 durch die Einlassöffnung 101 entspricht. Erst an der Auslassöffnung 102 fällt der Druck des Fluids abrupt auf den Umgebungsdruck ab. Im Zusammenhang mit Figur 5b) ist zu erkennen, dass an dieser Stelle des Druckabfalls das Fluid beschleunigt wird.

**[0064]** Die Figuren 7a) bis c) zeigen drei Einzelaufnahmen eines aus einem fluidischen Bauteil 1 austretenden Fluidstrahls zur Darstellung der Spraycharakteristik. Das fluidische Bauteil 1 hat eine Bauteillänge  $l$  von 22 mm, eine Bauteilbreite von 23 mm und eine Bauteiltiefe von 3 mm. Die Einlassöffnung 101 weist eine Breite  $b_{IN}$  von 3 mm auf, und die Auslassöffnung 102 eine Breite  $b_{EX}$  von 2,5 mm. An den Eingängen der Nebenstromkanäle 104a, 104b sind Separatoren 105a, 105b vorgesehen. Die Nebenstromkanäle 104a, 104b weisen jeweils eine konstante Breite  $b_N$  von 4 mm auf. Der Hauptstromkanal 103 ist an seiner breitesten Stelle ( $b_H$ ) 9 mm breit. Das fluidische Bauteil 1 wird mit Wasser als Fluid durchströmt, wobei in Figur 7a) der Druck des Wassers an der Einlassöffnung 101 0,5 bar, in Figur 7b) 2,5 bar und in Figur 7c) 7 bar beträgt. Mit steigendem Druck des Wassers an der Einlassöffnung 101 erhöht sich die Oszillationsfrequenz  $f$  des austretenden Fluidstrahls, wobei der Oszillationswinkel  $\alpha$  im Wesentlichen gleich bleibt.

**[0065]** In den Figuren 8 und 9 sind Querschnitte von zwei weiteren Ausführungsformen des fluidischen Bauteils 1 dargestellt. Die Schnittdarstellung der Figuren 8 und 9 entspricht jener der Figur 3. Die Figuren 8 und 9 zeigen also jeweils einen Schnitt durch das fluidische Bauteil 1 quer zur Längsachse A und damit einen Schnitt durch den Hauptstromkanal 103 und die Nebenstromkanäle 104a, 104b quer zur Strömungsrichtung. Die fluidischen Bauteile aus den Figuren 8 und 9 entsprechen dem fluidischen Bauteil 1 aus den Figuren 1 bis 3 und unterscheiden sich von letzterem lediglich durch die Querschnittsformen des Hauptstromkanals 103 und der Nebenstromkanäle 104a, 104b. Während diese in der Ausführungsform aus Figur 3 jeweils rechteckig sind, sind sie in der Ausführungsform aus Figur 8 jeweils oval

und in der Ausführungsform aus Figur 9 jeweils rechteckig mit abgerundeten Ecken. Die dargestellten Formen sind nur beispielhaft zu verstehen. Auch andere Formen oder Mischformen sind möglich. Unter Mischformen ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass der Hauptstromkanal 103 und die Nebenstromkanäle 104a, 104b nicht die gleiche sondern zwei oder mehr unterschiedliche Querschnittsformen aufweisen können. Dabei können die Nebenstromkanäle 104a, 104b auch eine dreieckige, mehreckige oder runde Querschnittsfläche aufweisen. Die Querschnittsfläche des Hauptstromkanals 103 hat jedoch regelmäßig eine Form, deren Ausdehnung entlang der Bauteilbreite  $b$  größer ist als entlang der Bauteiltiefe  $t$ .

**[0066]** Die Figuren 10 und 11 zeigen zwei weitere Ausführungsformen des fluidischen Bauteils 1. Diese beiden Ausführungsformen unterscheiden sich von jener aus Figur 1 insbesondere dadurch, dass in dem Auslasskanal 107 ein Strömungsteiler 108 vorgesehen ist, an den Eingängen 104a1, 104b1 der Nebenstromkanäle 104a, 104b jedoch kein Separator. Auch ist die Form der Blöcke 11a, 11b unterschiedlich. Die grundsätzlichen geometrischen Eigenschaften dieser beiden Ausführungsformen stimmen jedoch mit denen des fluidischen Bauteils 1 aus Figur 1 überein.

**[0067]** Der Strömungsteiler 108 hat jeweils die Form eines dreieckigen Keils. Der Keil hat eine Tiefe, die der Bauteiltiefe  $t$  entspricht. (Die Bauteiltiefe  $t$  ist über das gesamte fluidische Bauteil 1 konstant.) Damit teilt der Strömungsteiler 108 den Auslasskanal 107 in zwei Subkanäle mit zwei Auslassöffnungen 102 und den Fluidstrom 2 in zwei Subströme, die aus dem fluidischen Bauteil 1 austreten. Durch den im Zusammenhang mit der Figur 4 beschriebenen Oszillationsmechanismus treten die zwei Subströme gepulst aus den beiden Auslassöffnungen 102 aus. Die zwei Auslassöffnungen 102 haben jeweils eine kleinere Breite  $b_{EX}$  als die Einlassöffnung 101.

**[0068]** In der Ausführungsform aus Figur 10 erstreckt sich der Strömungsteiler 108 im Wesentlichen in dem Auslasskanal 107, während er in der Ausführungsform aus Figur 11 bis in den Hauptstromkanal 103 hineinragt. Die Form und Größe des Strömungsteilers 108 ist prinzipiell je nach der gewünschten Anwendung frei wählbar. Auch können mehrere Strömungsteiler (nebeneinander entlang der Bauteilbreite) vorgesehen sein, um den austretenden Fluidstrahl in mehr als zwei Subströme zu unterteilen.

**[0069]** Die Figuren 10 und 11 zeigen auch zwei weitere Ausführungsformen für die Blöcke 11a, 11b. Jedoch sind diese Formen nur beispielhaft und nicht ausschließlich im Zusammenhang mit dem Strömungsteiler 108 zu vorzusehen. Ebenso können die Blöcke 11a, 11b bei Verwendung eines Strömungsteilers 108 anders ausgebildet sein. Die Blöcke aus Figur 10 weisen eine im Wesentlichen trapezförmige Grundform auf, die sich stromabwärts (in der Breite) verjüngt und von deren Enden jeweils ein dreieckiger Vorsprung in den Hauptstromka-

nal 103 hineinragt. Die Blöcke 11a, 11b aus Figur 11 ähneln denen aus Figur 1, weisen jedoch keine abgerundeten Ecken auf.

**[0070]** Figur 12 zeigt das fluidische Bauteil 1 aus Figur 1, das zusätzlich eine Fluidstromführung 109 aufweist. Die Fluidstromführung 109 ist ein rohrförmiger Ansatz, der an der Auslassöffnung 102 angeordnet ist und sich von der Auslassöffnung 102 stromabwärts erstreckt. Die Fluidstromführung 109 dient der Bündelung des austretenden Fluidstroms, ohne dabei auf den Oszillationsmechanismus einzuwirken. Die Fluidstromführung 109 ist beweglich an der Auslassöffnung 102 angeordnet und wird durch die Bewegung des austretenden Fluidstroms mitbewegt. Dies ist in Figur 12 durch den Doppelpfeil veranschaulicht. In Figur 12 ist die eine der beiden maximalen Auslenkungen der Fluidstromführung 109 als durchgehende Linie und die andere der beiden maximalen Auslenkungen der Fluidstromführung 109 als gepunktete Linie dargestellt.

**[0071]** In Figur 13 ist eine weitere Ausführungsform für das fluidische Bauteil 1 mit der Fluidstromführung 109 aus Figur 12 dargestellt. Das fluidische Bauteil 1 weist zusätzlich einen Strömungsleitkörper 110 auf, der mittels einer Halterung 111 an der Fluidstromführung 109 angebunden ist. Der Strömungsleitkörper 110 dient der Unterstützung der Umlenkung des aus der Auslassöffnung 102 austretenden Fluidstroms und damit auch der Bewegung der Fluidstromführung 109 unter Ausnutzung der Fluidynamik in der Strömungskammer 10. Die Halterung 111 ist dabei derart ausgestaltet, dass sie den Oszillationsmechanismus des austretenden Fluidstroms nicht stört. Insbesondere weist die Halterung einen kleinen Querschnitt und damit einen vernachlässigbaren Strömungswiderstand auf. Die Halterung 111 stellt eine starre Verbindung zwischen dem Strömungsleitkörper 110 und der Fluidstromführung 109 her. Der Strömungsleitkörper 110 ist daher nicht gegenüber der Fluidstromführung 109, sondern nur zusammen mit der Fluidstromführung 109 beweglich. Die Form des Strömungsleitkörpers 110 kann unterschiedlich ausgeprägt sein. Insbesondere kann der Strömungsleitkörper 110 stromlinienförmig sein. Die in Figur 13 dargestellte Rechteckform des Strömungsleitkörpers 110 ist nur eine schematische Darstellung.

**[0072]** Der in Bezug auf Figur 13 beschriebene Strömungsleitkörper 110 ist nicht auf das in Figur 13 dargestellte fluidische Bauteil 1 beschränkt, sondern kann auch in anderen fluidischen Bauteilen 1 mit einer Fluidstromführung 109 eingesetzt werden. Auch die Fluidstromführung 109 kann in anderen fluidischen Bauteilen außer denen aus den Figuren 12 und 13 eingesetzt werden.

**[0073]** Figur 14 zeigt ein fluidisches Bauteil 1, das im Wesentlichen dem fluidischen Bauteil 1 aus Figur 1 entspricht. Das fluidische Bauteil 1 aus Figur 14 unterscheidet sich von jenem aus Figur 1 darin, dass die Querschnittsfläche der Nebenstromkanäle 104a, 104b über deren Länge nicht konstant ist. Die Bauteiltiefe des fluidischen Bauteils 1 aus Figur 14 ist über das gesamte

fluidische Bauteil 1 konstant. Die Querschnittsfläche der Nebenstromkanäle 104a, 104b wird demnach über eine Änderung deren Breite erreicht.

**[0074]** So weist der Nebenstromkanal 104a an dessen Eingang 104a1 und an dessen Ausgang 104a2 eine größere Breite auf als in einem Abschnitt zwischen Eingang 104a1 und Ausgang 104a2. Für die in Figur 14 dargestellten Breiten  $b_{Na1}$ ,  $b_{Na2}$ ,  $b_{Na3}$  des Nebenstromkanals 104a gilt  $b_{Na1} > b_{Na2}$  und  $b_{Na3} > b_{Na2}$ . Hierbei ist  $b_{Na3} > b_{Na1}$ , jedoch kann auch  $b_{Na3} = b_{Na1}$  oder  $b_{Na3} < b_{Na1}$  gelten.

**[0075]** Der Nebenstromkanal 104b weist an dessen Eingang 104b1 eine größere Breite auf als an dessen Ausgang 104b2. Für die in Figur 14 dargestellten Breiten  $b_{Nb1}$ ,  $b_{Nb2}$  des Nebenstromkanals 104b gilt  $b_{Nb1} > b_{Nb2}$ . Alternativ (je nach Anwendung) kann die Eingangsbreite kleiner sein als die Ausgangsbreite.

**[0076]** In Figur 14 verändert sich die Breite der Nebenstromkanäle 104a, 104b über ihre Länge unterschiedlich. Dies wird dadurch erreicht, dass die zwei Blöcke 11a, 11b in Form und Größe unterschiedlich ausgebildet und bezüglich der Spiegelebene S2 nicht symmetrisch ausgerichtet sind. Dadurch ist auch die Form des Hauptstromkanals 103 nicht symmetrisch zu der Spiegelebene S2. Jedoch können sich beide Nebenstromkanäle 104a, 104b bezüglich ihrer Breitenänderung gleich verhalten.

**[0077]** Durch die Änderung der Querschnittsfläche der Nebenstromkanäle 104a, 104b kann der Herstellungsprozess (Gießen, Sintern) des fluidischen Bauteils 1 vereinfacht werden, da Fremdstoffe während der Fertigung leicht aus dem fluidischen Bauteil entfernt werden können. Zudem lässt sich das fertige fluidische Bauteil leichter reinigen, was beispielsweise eine Rolle spielt, wenn das fluidische Bauteil mit einem fremdstoffbeladenen (partikelbeladenen) Fluid verwendet wird. Bei der Variante, in der sich der Querschnitt vom Ausgang des Nebenstromkanals hin zum Eingang des Nebenstromkanals vergrößert, spült sich das fluidische Bauteil im Betrieb selbstständig frei. Bei der Variante, in der sich der Querschnitt vom Eingang des Nebenstromkanals hin zum Ausgang des Nebenstromkanals vergrößert, läuft das Fluid beim Abschalten des fluidischen Bauteils (das heißt, wenn kein Fluid mehr in das fluidische Bauteil geleitet wird) vollständig aus dem fluidischen Bauteil ab. Somit kann vermieden werden, dass sich Fluid in dem fluidischen Bauteil nach dem Abschalten ansammelt und sich in dem Fluid befindliche Krankheitserreger (beispielsweise Legionellen) vermehren beziehungsweise Schimmel, Seifenrückstände, Kalk oder sonstiger Schmutz sich ablagert. Ein Leerlaufen des fluidischen Bauteils nach dem Abschalten kann durch Verzicht auf Separatoren unterstützt werden.

**[0078]** Die in Bezug auf Figur 14 beschriebene variable Breite der Nebenstromkanäle 104a, 104b ist jedoch nicht auf das in Figur 14 dargestellte fluidische Bauteil 1 beschränkt. Vielmehr kann die variable Breite der Neben-

stromkanäle / des Nebenstromkanals auch auf andere Formen von fluidischen Bauteilen mit einem oder mehreren Nebenstromkanälen angewandt werden.

**[0079]** In Figur 15 ist ein fluidisches Bauteil 1 dargestellt, das stromabwärts der Auslassöffnung 102 eine Kavität 112 aufweist. Ansonsten entspricht es dem fluidischen Bauteil aus Figur 4d). Die Kavität 112 ist eine ringförmige Verbreiterung des sich an die Auslassöffnung 102 anschließenden Auslasskanals 107, die sich (in Strömungsrichtung des austretenden Fluidstroms betrachtet) über einen Abschnitt des Auslasskanals 107 erstreckt. Unter einer ringförmigen Verbreiterung ist eine Verbreiterung zu verstehen, die eine runde, eckige, ovale oder anderweitig geformte, geschlossene Kontur aufweist. In Figur 15 ist die Kavität unmittelbar an der Auslassöffnung 102 angeordnet. Jedoch kann sie auch weiter stromabwärts angeordnet sein. Die Kavität 112 reduziert die Grenzschichthöhe des aus der Auslassöffnung 102 austretenden Fluidstroms. Hierdurch wird die Kompaktheit des austretenden Fluidstroms erhöht, also die Ausdehnung des austretenden Fluidstroms quer zur Strömungsrichtung verringert. Die Kavität 112 kann für verschiedenste Ausführungsformen eines fluidischen Bauteils 1 vorgesehen sein und ist nicht auf das fluidische Bauteil 1 aus Figur 15 beschränkt.

**[0080]** Die Formen der fluidischen Bauteile 1 der Figuren 1 bis 15 sind nur beispielhaft. Die Erfindung ist auch auf bereits bekannte fluidische Bauteile anwendbar.

**[0081]** In Figur 16 ist schematisch ein fluidisches Bauteil 1 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Die Figuren 17 und 18 zeigen eine Schnittdarstellung dieses fluidischen Bauteils 1 entlang der Linien A'-A" beziehungsweise B'-B". Das fluidische Bauteil 1 aus den Figuren 16 bis 18 entspricht im Wesentlichen dem fluidischen Bauteil aus den Figuren 1 bis 3. Das fluidische Bauteil 1 aus den Figuren 16 bis 18 unterscheidet sich von dem fluidischen Bauteil aus den Figuren 1 bis 3 insbesondere darin, dass eine Auslasserweiterung 12 vorgesehen ist. Die Auslasserweiterung 12 schließt sich stromabwärts an die Auslassöffnung 102 an. Der Fluidstrom 2 bewegt sich damit von der Auslassöffnung 102 durch die Auslasserweiterung 12, bevor der Fluidstrom 2 aus dem fluidischen Bauteil 1 austritt.

**[0082]** Wenn die Querschnittsfläche der Auslassöffnung 102 kleiner ist als die Querschnittsfläche der Einlassöffnung 101, kann sich der Druck innerhalb des fluidischen Bauteils 1 erhöhen und somit die Kavitätsneigung reduzieren. Damit wird der Eingangsdruck, der beispielsweise höher als 14 bar (gegenüber dem Umgebungsdruck) ist, aber auch über 1000 bar betragen kann, und bevorzugt zwischen 20 bar und 500 bar liegt, im Wesentlichen erst an der Auslassöffnung 102 abgebaut. Durch den hohen Druckabbau direkt an der Auslassöffnung 102 kann der austretende Fluidstrahl (in alle Richtungen) zum Aufplatzen neigen. Diesem Aufplatzen kann (zumindest teilweise) durch die Auslasserweiterung 12 entgegengewirkt werden. Durch die Auslasserweiterung 12 kann eine Bündelung des austretenden Fluidstrahls

(senkrecht zur den Symmetrieebenen S1 und S2) erreicht werden. Durch diese Bündelung des Fluidstrahls kann eine Erhöhung der Abtragsbeziehungsweise Reinigungsleistung des fluidischen Bauteils 1 erreicht werden.

**[0083]** Die Auslasserweiterung 12 ist trichterförmig ausgebildet und weist eine Querschnittsfläche auf, die sich von der Auslassöffnung 102 ausgehend in Fluidstromrichtung (von der Einlassöffnung 101 zur Auslassöffnung 102) vergrößert. Dabei ist die Tiefe der Auslasserweiterung 12 konstant, während die Breite der Auslasserweiterung 12 in Fluidstromrichtung zunimmt. Gemäß Figur 16 nimmt die Breite linear zu. Jedoch ist auch eine andere stetige Zunahme als die lineare Zunahme der Breite möglich. Die Auslassöffnung 102 bildet die Stelle mit der kleinsten Querschnittsfläche zwischen der Strömungskammer 10 und der Auslasserweiterung 12.

**[0084]** Die die Auslasserweiterung 12 begrenzenden Wände schließen in der Ebene, in der der austretende Fluidstrahl oszilliert, einen Winkel  $\gamma$  ein. Der Winkel  $\gamma$  entspricht in der Ausführungsform aus Figur 16 dem Oszillationswinkel  $\alpha$  des austretenden Fluidstrahls, der sich ohne die Auslasserweiterung 12 ausbilden würde. Der Winkel  $\gamma$  kann auch größer als der entsprechende Oszillationswinkel  $\alpha$  ausgebildet sein. Bei einem fluidischen Bauteil 1, das ohne Auslasserweiterung 12 eine gleichmäßige Verteilung des Fluides auf der zu besprühenden Fläche (auch bekannt als Histogramm) erzeugt, ist es vorteilhaft, wenn der Winkel  $\gamma$  um bis zu  $10^\circ$  größer als der Oszillationswinkel  $\alpha$  ist. In dem Fall, dass ein fluidisches Bauteil 1 ohne Auslasserweiterung 12 eine ungleichmäßige Verteilung des Fluides auf der zu besprühenden Fläche erzeugt (beispielsweise mehr Fluid in der Mitte als in den Randbereichen) oder in dem Fall, dass ein kleinerer Sprühwinkel beziehungsweise Oszillationswinkel  $\alpha$  gewünscht ist, kann eine Auslasserweiterung 12 vorgesehen sein, deren Winkel  $\gamma$  dem gewünschten reduzierten Oszillationswinkel  $\alpha$  entspricht. Damit wird zum einen ein kleinerer Oszillationswinkel  $\alpha$  erzeugt und zum anderen wird damit eine gleichmäßigere Verteilung des Fluides auf der zu besprühenden Fläche beziehungsweise im Histogramm erzeugt.

**[0085]** Die den Auslasskanal 107 begrenzenden Wände schließen in der Ebene, in der der austretende Fluidstrahl oszilliert, einen Winkel  $\beta$  ein. Der Winkel  $\beta$  des Auslasskanals 107 kann größer als der Oszillationswinkel  $\alpha$  und auch größer als der Winkel  $\gamma$  der Auslasserweiterung 12 sein. Der Winkel  $\beta$  des Auslasskanals 107 ist bevorzugt mindestens um den Faktor 1,1 größer als der Winkel  $\gamma$  der Auslasserweiterung 12. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform gilt  $1,1 \cdot \gamma \leq \beta \leq 3,5 \cdot \gamma$ .

**[0086]** Die Auslasserweiterung 12 weist eine Länge  $l_{out}$  auf, die sich an die Bauteillänge  $l$  anschließt. Die Länge  $l_{out}$  der Auslasserweiterung 12 kann mindestens der Breite  $b_{EX}$  der Auslassöffnung 102 entsprechen. Bevorzugt kann die Länge  $l_{out}$  der Auslasserweiterung 12 mindestens um den Faktor 1,25 größer sein als die Breite

$b_{EX}$  der Auslassöffnung 102. Die Länge  $l_{out}$  der Auslasserweiterung 12 kann vorzugsweise um einen Faktor von 1 bis 32 größer sein als die Auslassbreite  $b_{EX}$ , insbesondere bevorzugt um einen Faktor von 4 bis 16. Bei diesem Verhältnis kann ein Fluidstrahl mit hoher Strahlqualität erzeugt werden.

**[0087]** Die Separatoren 105a, 105b durch eine Einbuchtung der Wandung der Nebenstromkanäle 104a, 104b gebildet. Dabei weist die Einbuchtung eine Form auf, die in der Symmetrieebene S1 einen Kreisbogen beschreibt. Der Radius des Kreisbogens kann unterschiedliche stark ausgeprägt sein. Beispielsweise kann der Radius des Kreisbogens das 0,0075- bis 2,6-fache, bevorzugt das 0,015- bis 1,8-fache, und insbesondere bevorzugt das 0,055- bis 1,7-fache der Auslassbreite  $b_{EX}$  betragen.

**[0088]** In dem Ausführungsbeispiel der Figuren 16 bis 18 ist die Bauteiltiefe  $t$  über die gesamte Auslasserweiterung 12 konstant und entspricht der Bauteiltiefe, die an der Auslassöffnung 102 vorliegt. Je nach Anwendungsfeld des fluidischen Bauteils 1, kann sich die Tiefe  $t$  der Auslasserweiterung 12 stromabwärts vergrößern oder verkleinern (im Vergleich zu der Bauteiltiefe, die an der Auslassöffnung 102 vorliegt). Durch eine stromabwärts gerichtete Verkleinerung der Bauteiltiefe im Bereich der Auslasserweiterung 12 kann eine weitere Fokussierung des austretenden Fluidstrahls erreicht werden.

**[0089]** In Figur 19 ist schematisch ein fluidisches Bauteil 1 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Auch dieses fluidische Bauteil 1 weist wie das fluidische Bauteil 1 aus der Figur 16 eine Auslasserweiterung 12 auf. Die Formen der Nebenstromkanäle 104a, 104b, der Blöcke 11a, 11b und der Separatoren 105a, 105b ähneln den Formen des fluidischen Bauteils 1 aus Figur 7d). Die Grundform des fluidischen Bauteils 1 aus Figur 19 ist im Wesentlichen rechteckig. Die Blöcke 11a und 11b weisen eine im Wesentlichen rechteckige Grundform auf, an deren der Einlassöffnung 101 zugewandten Ende sich ein dreieckiger Vorsprung anschließt, der in den Hauptstromkanal hineinragt. Die Blöcke 11a und 11b können an den Treffpunkten der geradlinigen Abschnitte scharfkantig oder leicht abgerundet sein, wie in Figur 19 dargestellt.

**[0090]** Die Nebenstromkanäle 104a, 104b erstrecken sich ausgehend von der Einlassöffnung 101 in einem ersten Abschnitt jeweils zunächst in einem Winkel von im Wesentlichen  $90^\circ$  zu der Längsachse A in entgegengesetzte Richtungen. Anschließend biegen die Nebenstromkanäle 104a, 104b (im Wesentlichen rechtwinklig) ab, so dass sie sich jeweils im Wesentlichen parallel zu der Längsachse A (in Richtung auf die Auslassöffnung 102) erstrecken (zweiter Abschnitt). An den zweiten Abschnitt schließt sich ein dritter Abschnitt an. Die Richtungsänderung beim Übergang vom zweiten in den dritten Abschnitt beträgt im Wesentlichen  $90^\circ$ .

**[0091]** Die Separatoren 105a, 105b werden im Gegensatz zu dem fluidischen Bauteil 1 aus Figur 16 nicht durch eine Einbuchtung der Wandung der Nebenstromkanäle

104a, 104b gebildet, sondern durch den Übergang des geradlinigen dritten Abschnitts der Nebenstromkanäle 104a, 104b (der sich im Wesentlichen senkrecht zu der Längsachse A und der Symmetrieebene S2 erstreckt) in die Wandung des Auslasskanals 107, die einen Winkel kleiner als  $90^\circ$  mit der Längsachse A (und der Symmetrieebene S2) einschließt. Die Separatoren 105a, 105b werden demnach durch eine Kante gebildet. Alternativ können die Separatoren 105a, 105b (wie in der Ausführungsform aus den Figuren 16 bis 18) eine Form aufweisen, die in der Symmetrieebene S1 einen Kreisbogen beschreibt. In der Ausführungsform gemäß Figur 19 erstreckt sich der dritte Abschnitt der Nebenstromkanäle 104a, 104b im Wesentlichen senkrecht zur Symmetrieebene S2, jedoch kann der Winkel auch von  $90^\circ$  abweichen. Vorzugsweise können die Separatoren 105a, 105b in einem Abstand zu der Symmetrieebene S2 angeordnet sein, der innerhalb der mittleren Breite der Blöcke 11a, 11b liegt.

**[0092]** Die Form der fluidischen Bauteile 1 mit einer Auslasserweiterung 12 ist in den Figuren 16 bis 19 nur beispielhaft gezeigt. Die Auslasserweiterung 12 kann auch im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen fluidischen Bauteils 1 vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Fluidisches Bauteil (1) mit einer Strömungskammer (10), die von einem Fluidstrom (2) durchströmbar ist, der durch eine Einlassöffnung (101) der Strömungskammer (10) in die Strömungskammer (10) eintritt und durch eine Auslassöffnung (102) der Strömungskammer (10) aus der Strömungskammer (10) austritt, und die mindestens ein Mittel zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms (2) an der Auslassöffnung (102), insbesondere zur Ausbildung einer räumlichen Oszillation des Fluidstroms (2) an der Auslassöffnung (102), aufweist, wobei die Strömungskammer (10) einen Hauptstromkanal (103), der die Einlassöffnung (101) und die Auslassöffnung (102) miteinander verbindet, und mindestens einen Nebenstromkanal (104a, 104b) als Mittel zur gezielten Richtungsänderung des Fluidstroms (2) an der Auslassöffnung (102) aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Einlassöffnung (101) eine größere Querschnittsfläche als die Auslassöffnung (102) aufweist oder dass die Einlassöffnung (101) und die Auslassöffnung (102) eine gleich große Querschnittsfläche aufweisen, wobei die Querschnittsfläche der Einlassöffnung und die Querschnittsfläche der Auslassöffnung jeweils die kleinsten Querschnittsflächen des fluidischen Bauteils sind, die der Fluidstrom passiert, wenn er in die Strömungskammer eintritt beziehungsweise aus der Strömungskammer wieder austritt.

2. Fluidisches Bauteil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Einlassöffnung (101) um einen Faktor von bis zu 2,5 größer ist als die Querschnittsfläche der Auslassöffnung (102), bevorzugt um einen Faktor von bis zu 1,5 größer als die Querschnittsfläche der Auslassöffnung (102). 5
3. Fluidisches Bauteil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluidische Bauteil (1) eine Bauteillänge (l), eine Bauteilbreite (b) und eine Bauteiltiefe (t) aufweist, wobei die Bauteillänge (l) den Abstand zwischen der Einlassöffnung (101) und der Auslassöffnung (102) bestimmt und die Bauteilbreite (b) und die Bauteiltiefe (t) jeweils senkrecht zueinander und zu der Bauteillänge (l) definiert sind, wobei die Bauteilbreite (b) größer ist als die Bauteiltiefe (t), und dass die Auslassöffnung (102) eine Breite ( $b_{EX}$ ) aufweist, die 1/3 bis 1/50 der Bauteilbreite (b), bevorzugt 1/5 bis 1/15 der Bauteilbreite (b), beträgt, wobei die Einlassöffnung (101) eine Breite ( $b_{IN}$ ) aufweist, die 1/3 bis 1/20 der Bauteilbreite (b), bevorzugt 1/5 bis 1/10 der Bauteilbreite (b), beträgt. 10
4. Fluidisches Bauteil (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bauteiltiefe (t) über die gesamte Bauteillänge (l) konstant ist oder von der Einlassöffnung (101) hin zur Auslassöffnung (102) abnimmt. 15
5. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Nebenstromkanal (104a, 104b) eine größere oder kleinere Tiefe als der Hauptstromkanal (103) aufweist. 20
6. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Eingang (104a1, 104b1) des mindestens einen Nebenstromkanals (104a, 104b) ein Separator (105a, 105b) vorgesehen ist, wobei der Separator (105a, 105b) insbesondere als eine quer zu der in dem Nebenstromkanal vorherrschenden Strömungsrichtung in die Strömungskammer (10) hineinragende Einbuchtung ausgebildet ist. 25
7. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsfläche der Auslassöffnung (102) rechteckig, polygonal oder rund ist. 30
8. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar stromaufwärts der Auslassöffnung (102) ein Auslasskanal (107) vorgesehen ist, dessen Querschnittsfläche ihre Form in Richtung zu der Auslassöffnung (102), insbesondere von rechteckig zu rund, ändert, wobei das fluidische Bauteil (1) insbesondere eine Kavität (112) aufweist, die als Verbreiterung des Auslasskanals (107) ausgebildet ist und sich in Strömungsrichtung des austretenden Fluidstroms betrachtet über einen Abschnitt des Auslasskanals (107) und quer zur Strömungsrichtung des austretenden Fluidstroms um den gesamten Auslasskanal (107) herum erstreckt. 35
9. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidstrom (2) mit einem Druck beaufschlagt über die Einlassöffnung (101) in das fluidische Bauteil (1) eintritt und dass der Druck im Wesentlichen an der Auslassöffnung (102) abgebaut wird. 40
10. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluidische Bauteil (1) zwei oder mehr Auslassöffnungen (102) aufweist, die durch Anordnung eines Strömungsteilers (108) unmittelbar stromaufwärts der Auslassöffnungen (102) gebildet werden, wobei die Auslassöffnungen (102) jeweils eine kleinere Querschnittsfläche als die Einlassöffnung (101) aufweisen oder die Auslassöffnungen (102) und die Einlassöffnung (101) jeweils eine gleich große Querschnittsfläche aufweisen. 45
11. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich stromabwärts an die Auslassöffnung (102) eine Fluidstromführung (109) anschließt, die durch den seine Richtung ändernden Fluidstrom (2) beweglich ist, ohne dabei auf die Richtung des Fluidstroms (2) einzuwirken, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die Fluidstromführung (109) mit einem Strömungsleitkörper (110) starr verbunden ist, der stromaufwärts der Auslassöffnung (102) angeordnet und durch den seine Richtung ändernden Fluidstrom (2) beweglich ist. 50
12. Fluidisches Bauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich stromabwärts der Auslassöffnung (102) eine Auslasserweiterung (12) anschließt, wobei insbesondere deren Querschnittsfläche von der Auslassöffnung (102) stromabwärts zunimmt, und wobei die Auslasserweiterung (12) insbesondere eine Breite aufweist, die von der Auslassöffnung (102) stromabwärts zunimmt. 55
13. Fluidisches Bauteil (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslasserweiterung (12) von einer Wand begrenzt wird, die in einer Ebene in der der austretende Fluidstrahl innerhalb eines Oszillationswinkels  $\alpha$  oszilliert, einen Winkel  $\gamma$  einschließt, wobei der Winkel  $\gamma$  der Auslasserweiterung (12) um  $0^\circ$  bis  $15^\circ$ , vorzugsweise um  $0^\circ$  bis  $10^\circ$ , größer als der Oszillationswinkel  $\alpha$  ist.

14. Reinigungsgerät mit einer Vorrichtung zum Erzeugen eines Fluidstrahls, wobei das Reinigungsgerät insbesondere ein Geschirrspüler, eine industrielle Reinigungsanlage, eine Waschmaschine oder ein Hochdruckreiniger ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vorrichtung ein fluidisches Bauteil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche ist.
15. Einspritzsystem zum Einspritzen eines Kraftstoffs in eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Vorrichtung zum Erzeugen eines Fluidstrahls,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vorrichtung ein fluidisches Bauteil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ist.

### Claims

1. A fluidic component (1) having a flow chamber (10) allowing a fluid flow (2) to flow through, said fluid flow entering the flow chamber (10) through an inlet opening (101) of the flow chamber (10) and emerging from the flow chamber (10) through an outlet opening (102) of the flow chamber (10), and which flow chamber has at least one means for changing the direction of the fluid flow (2) at the outlet opening (102) in a controlled manner, in particular in order to generate a spatial oscillation of the fluid flow (2) at the outlet opening (102), wherein the flow chamber (10) has a main flow channel (103), which interconnects the inlet opening (101) and the outlet opening (102), and at least one auxiliary flow channel (104a, 104b) as a means for changing the direction of the fluid flow (2) at the outlet opening (102) in a controlled manner, **characterized in that** the inlet opening (101) has a larger cross-sectional area than the outlet opening (102), or **in that** the inlet opening (101) and the outlet opening (102) have cross-sectional areas that are equal in size, wherein the cross-sectional area of the inlet opening and the cross-sectional area of the outlet opening are each the smallest cross-sectional areas of the fluidic component through which the fluid flow passes when it enters the flow chamber and reemerges from the flow chamber.
2. The fluidic component (1) as claimed in claim 1, **characterized in that** the cross-sectional area of the inlet opening (101) is larger by a factor of up to 2.5 than the cross-sectional area of the outlet opening (102), preferably larger by a factor of up to 1.5 than the cross-sectional area of the outlet opening (102).
3. The fluidic component (1) as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the fluidic component (1) has a component length (1), a component width (b) and a component depth (t), wherein the component length (1) determines the distance between the inlet opening (101) and the outlet opening (102), and the component width (b) and the component depth (t) are each defined perpendicularly to one another and to the component length (1), wherein the component width (b) is greater than the component depth (t), and **in that** the outlet opening (102) has a width ( $b_{EX}$ ) which is 1/3 to 1/50 of the component width (b), preferably 1/5 to 1/15 of the component width (b), wherein the inlet opening (101) has a width ( $b_{IN}$ ) which is 1/3 to 1/20 of the component width (b), preferably 1/5 to 1/10 of the component width (b).
4. The fluidic component (1) as claimed in claim 3, **characterized in that** the component depth (t) is constant over the entire component length (1) or decreases from the inlet opening (101) toward the outlet opening (102).
5. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one auxiliary flow channel (104a, 104b) has a greater or smaller depth than the main flow channel (103).
6. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** a separator (105a, 105b) is provided at the inlet (104a1, 104b1) of the at least one auxiliary flow channel (104a, 104b), wherein, in particular, the separator (105a, 105b) is designed as an inward protrusion which projects into the flow chamber (10) transversely to the flow direction prevailing in the auxiliary flow channel.
7. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the cross-sectional area of the outlet opening (102) is rectangular, polygonal or round.
8. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** an outlet channel (107), the cross-sectional area of which changes in shape in the direction of the outlet opening (102), in particular from rectangular to round, is provided directly upstream of the outlet opening (102), wherein, in particular, the fluidic component (1) has a cavity (112), which is designed as a widened portion of the outlet channel (107) and, when viewed in the flow direction of the emerging fluid flow, extends around the entire outlet channel (107) over a section of the outlet channel (107) and transversely to the flow direction of the emerging fluid flow.
9. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the fluid flow (2) enters the fluidic component (1) via the inlet



opening (101) under a pressure and **in that** the pressure is substantially dissipated at the outlet opening (102).

10. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the fluidic component (1) has two or more outlet openings (102), which are formed by arrangement of a flow divider (108) directly upstream of the outlet openings (102), wherein the outlet openings (102) each have a smaller cross-sectional area than the inlet opening (101), or the outlet openings (102) and the inlet opening (101) each have cross-sectional areas that are equal in size.
11. The fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the outlet opening (102) is adjoined on the downstream side by a fluid flow guide (109) which, without acting on the direction of the fluid flow (2) is movable by the fluid flow (2) as said flow changes direction, wherein, in particular, is provided that the fluid flow guide (109) is rigidly connected to a flow guiding body (110), which is arranged upstream of the outlet opening (102) and is movable by the fluid flow (2) as said flow changes direction.
12. The fluidic component (1) as claimed in any one of claims 1 to 9, **characterized in that** a widened outlet portion (12) follows downstream of the outlet opening (102), wherein, in particular, the cross-sectional area of said widened outlet portion increases downstream from the outlet opening (102), and wherein the widened outlet portion (12), in particular, has a width which increases downstream of the outlet opening (102) .
13. The fluidic component (1) as claimed in claim 12, **characterized in that** the widened outlet portion (12) is delimited by a wall which encloses an angle  $\gamma$  in a plane in which the emerging fluid jet oscillates within an oscillation angle  $\alpha$ , wherein the angle  $\gamma$  of the widened outlet portion (12) is  $0^\circ$  to  $15^\circ$ , preferably  $0^\circ$  to  $10^\circ$ , larger than the oscillation angle  $\alpha$ .
14. A cleaning appliance having a device for producing a fluid jet, wherein the cleaning appliance is, in particular, a dishwasher, an industrial cleaning system, a washing machine or a high-pressure cleaner, **characterized in that** the device is a fluidic component (1) as claimed in any one of the preceding claims.
15. An injection system for injecting a fuel into a combustion engine having a device for producing a fluid jet, **characterized in that** the device is a fluidic component (1) as claimed in

any one of claims 1 to 13.

## Revendications

1. Composant fluidique (1) comprenant une chambre d'écoulement (10) à travers laquelle peut s'écouler un courant de fluide (2) qui entre dans la chambre d'écoulement (10) par une ouverture d'entrée (101) de la chambre d'écoulement (10), qui sort de la chambre d'écoulement (10) par une ouverture de sortie (102) de la chambre d'écoulement (10) et qui comporte au moins un moyen de changement de direction ciblé du courant de fluide (2) au niveau de l'ouverture de sortie (102), notamment pour former une oscillation spatiale du courant de fluide (2) au niveau de l'ouverture de sortie (102), la chambre d'écoulement (10) comportant un conduit d'écoulement principal (103) qui relie l'ouverture d'entrée (101) et l'ouverture de sortie (102) l'une à l'autre, et au moins un conduit d'écoulement secondaire (104a, 104b) utilisé comme moyen de changement de direction ciblé du courant de fluide (2) au niveau de l'ouverture de sortie (102),  
**caractérisé en ce que** l'ouverture d'entrée (101) a une surface en coupe transversale supérieure à celle de l'ouverture de sortie (102) ou **en ce que** l'ouverture d'entrée (101) et l'ouverture de sortie (102) ont une même surface en coupe transversale, la surface en coupe transversale de l'ouverture d'entrée et la surface en coupe transversale de l'ouverture de sortie étant chacune les plus petites surfaces en coupe transversale du composant fluidique par lesquelles le courant de fluide passe lorsqu'il entre dans la chambre d'écoulement ou sort à nouveau de la chambre d'écoulement.
2. Composant fluidique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface en coupe transversale de l'ouverture d'entrée (101) est supérieure d'un facteur allant jusqu'à 2,5 à la surface en coupe transversale de l'ouverture de sortie (102), de préférence supérieure d'un facteur allant jusqu'à 1,5 à la surface en coupe transversale de l'ouverture de sortie (102).
3. Composant fluidique (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le composant fluide (1) a une longueur de composant (1), une largeur de composant (b) et une profondeur de composant (t), la longueur de composant (1) déterminant la distance entre l'ouverture d'entrée (101) et l'ouverture de sortie (102) et la largeur de composant (b) et la profondeur de composant (t) étant définies respectivement comme étant perpendiculaires l'une à l'autre et à la longueur de composant (1), la largeur du composant (b) étant supérieure à la profondeur de composant (t), et **en ce que** l'ouverture de sortie (102) a une

- largeur ( $b_{EX}$ ) qui représente 1/3 à 1/50 de la largeur du composant (b), de préférence 1/5 à 1/15 de la largeur du composant (b), l'ouverture d'entrée (101) ayant une largeur ( $b_{IN}$ ) qui représente 1/3 à 1/20 de la largeur du composant (b), de préférence 1/5 à 1/10 de la largeur du composant (b).
4. Composant fluïdique (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la profondeur de composant (t) est constante sur toute la longueur de composant (1) ou diminue de l'ouverture d'entrée (101) vers l'ouverture de sortie (102).
  5. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'au moins un conduit d'écoulement secondaire (104a, 104b) a une profondeur supérieure ou inférieure à celle du conduit d'écoulement principal (103).
  6. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un séparateur (105a, 105b) est prévu à l'entrée (104a1, 104b1) de l'au moins un conduit d'écoulement secondaire (104a, 104b), le séparateur (105a, 105b) étant conçu en particulier comme un renforcement qui fait saillie dans la chambre d'écoulement (10) transversalement à la direction d'écoulement prévalant dans le conduit secondaire.
  7. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface en coupe transversale de l'ouverture de sortie (102) est rectangulaire, polygonale ou ronde.
  8. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un conduit de sortie (107) est prévu directement en amont de l'ouverture de sortie (102) dont la surface en coupe transversale a une forme qui varie dans la direction de l'ouverture de sortie (102), notamment de rectangulaire à ronde, le composant fluïdique (1) comportant notamment une cavité (112) qui est conçue comme un élargissement du conduit de sortie (107) et qui s'étend, dans la direction d'écoulement du courant de fluïde sortant, sur une portion du conduit de sortie (107) et transversalement à la direction de l'écoulement du courant de fluïde sortant autour de tout le conduit de sortie (107).
  9. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'écoulement de fluïde (2) est soumis à une pression par le biais de l'ouverture d'entrée (101) dans le composant fluïdique (1) et **en ce que** la pression est sensiblement abaissée au niveau de l'ouverture de sortie (102).
  10. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant fluïdique (1) comporte deux ouvertures de sortie (102) ou plus qui sont formées par disposition d'un diviseur d'écoulement (108) immédiatement en amont des ouvertures de sortie (102), les ouvertures de sortie (102) ayant chacune une surface en coupe transversale inférieure à celle de l'ouverture d'entrée (101), ou les ouvertures de sortie (102) et l'ouverture d'entrée (101) ayant chacune une même surface en coupe transversale.
  11. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un guide d'écoulement de fluïde (109) fait suite en aval de l'ouverture de sortie (102), lequel est mobile par le courant de fluïde (2) changeant de sens, sans agir sur la direction du courant de fluïde (2), le guide d'écoulement de fluïde (109) étant notamment prévu pour être relié rigidement à un corps de guide d'écoulement (110) qui est disposé en amont de l'ouverture de sortie (102) et qui est mobile par le courant de fluïde (2) changeant de direction.
  12. Composant fluïdique (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**une extension de sortie (12) fait suite en aval de l'ouverture de sortie (102), en particulier la surface en coupe transversale de ladite extension augmentant vers l'aval de l'ouverture de sortie (102), et l'extension de sortie (12) ayant notamment une largeur qui augmente vers l'aval de l'ouverture de sortie (102).
  13. Composant fluïdique (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'extension de sortie (12) est délimitée par une paroi qui forme un angle  $\gamma$  dans un plan dans lequel le jet de fluïde sortant oscille dans une plage d'angles d'oscillation  $\alpha$ , l'angle  $\gamma$  de l'extension de sortie (12) étant supérieur de préférence de  $0^\circ$  à  $10^\circ$ , à l'angle d'oscillation  $\alpha$  de  $0^\circ$  à  $15^\circ$ .
  14. Appareil de nettoyage comprenant un dispositif destiné à générer un jet de fluïde, l'appareil de nettoyage étant notamment un lave-vaisselle, un système de nettoyage industriel, un lave-linge ou un nettoyeur à haute pression, **caractérisé en ce que** le dispositif est un composant fluïdique (1) selon l'une des revendications précédentes.
  15. Système d'injection destiné à injecter un carburant dans un moteur à combustion interne et comprenant un dispositif destiné à générer un jet de fluïde, **caractérisé en ce que** le dispositif est un composant fluïdique (1) selon l'une des revendications 1 à 13.

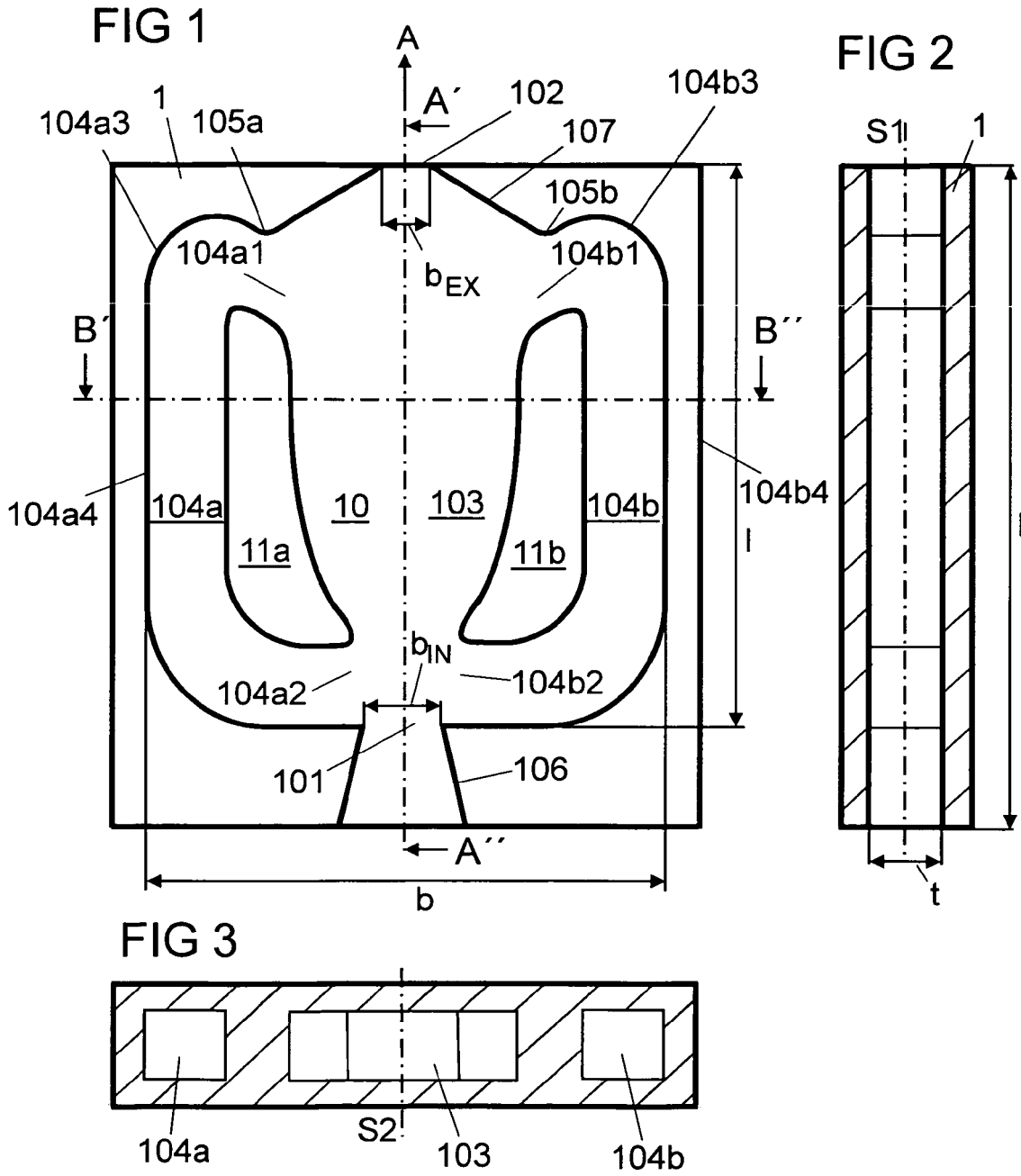


FIG 4

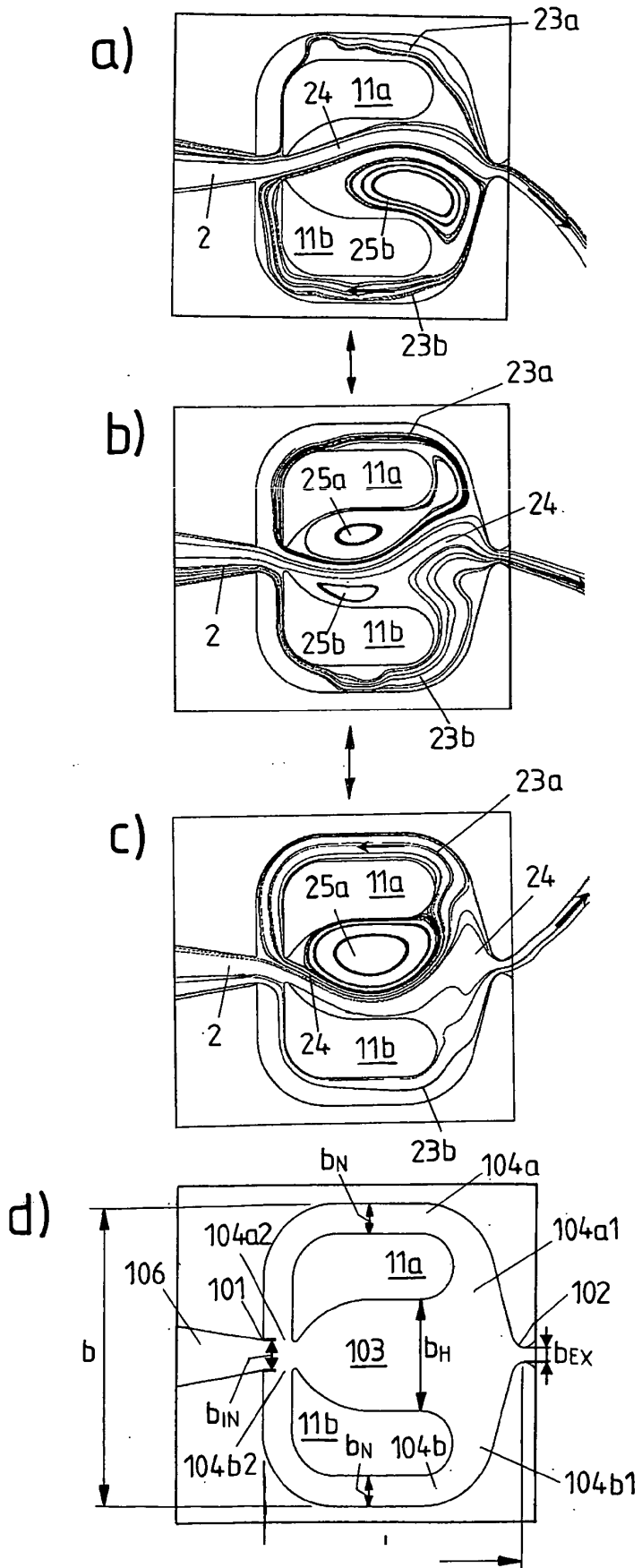


FIG 5

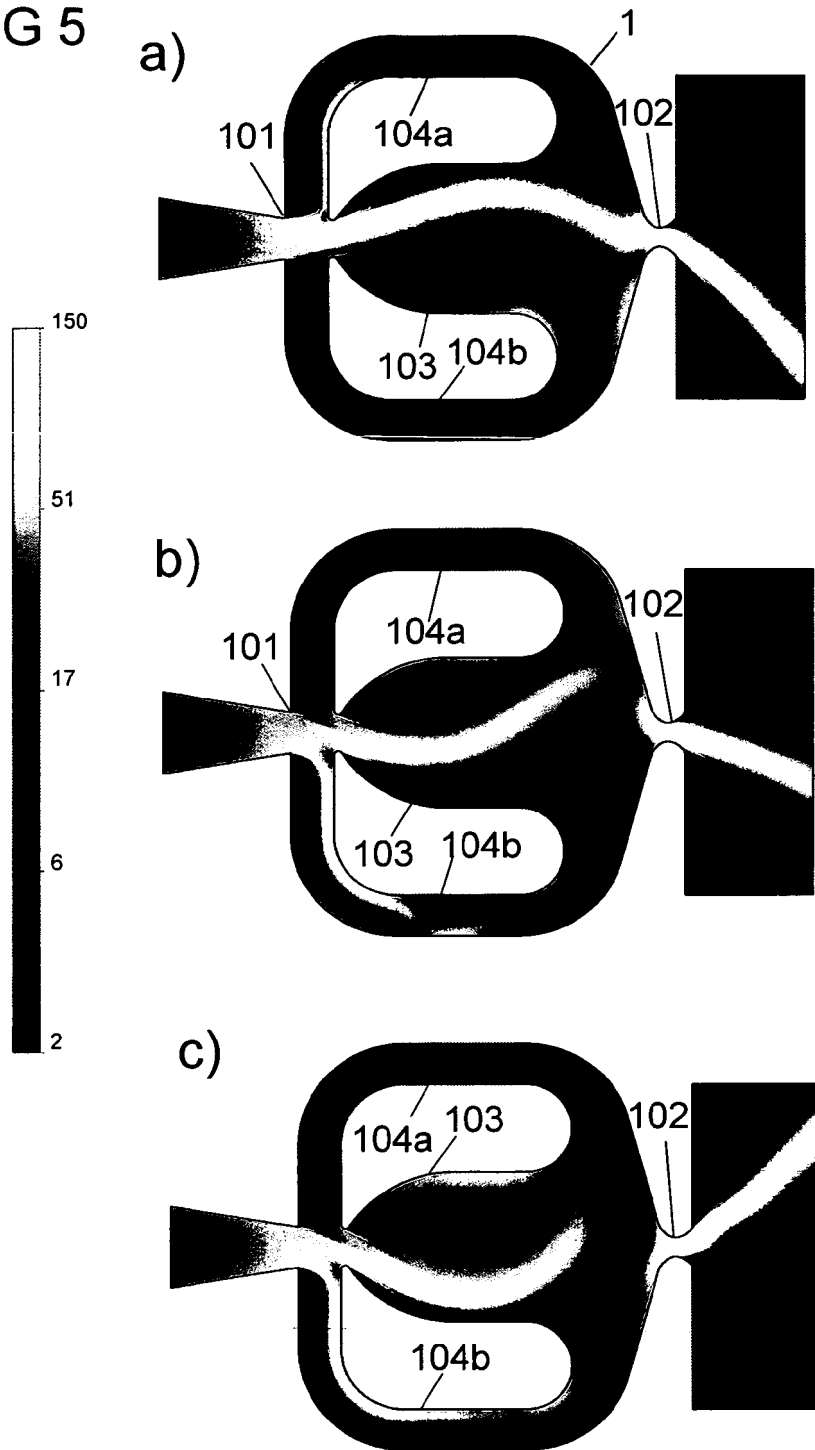


FIG 6

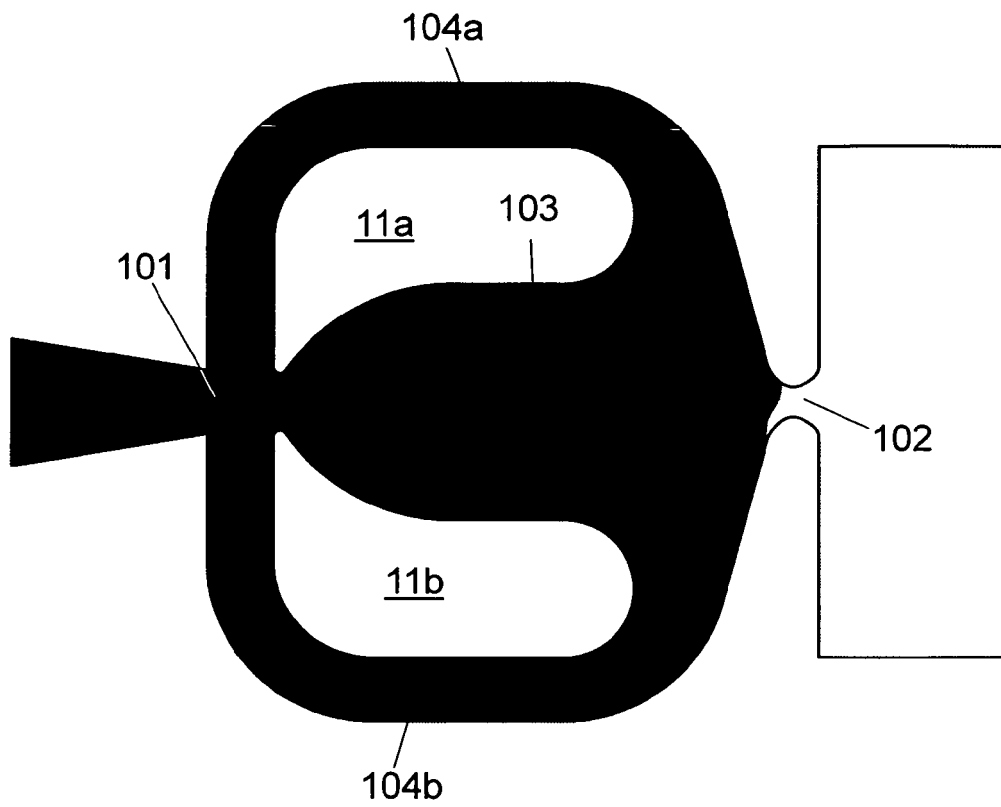




FIG 8

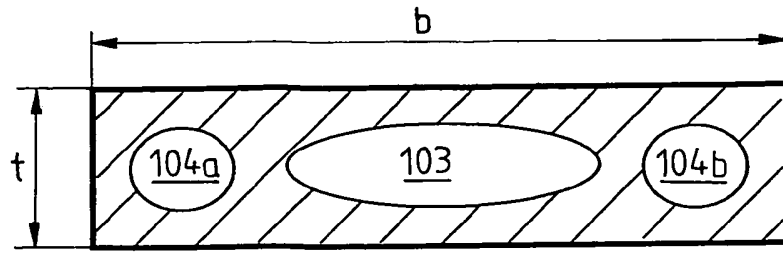


FIG 9

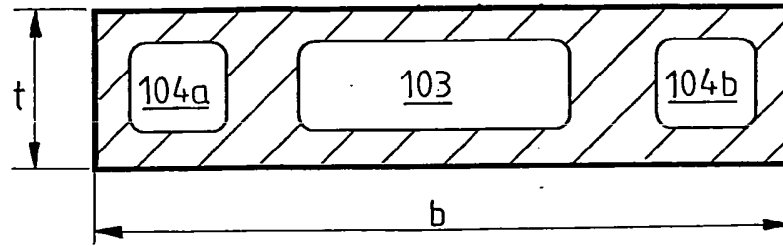


FIG 10

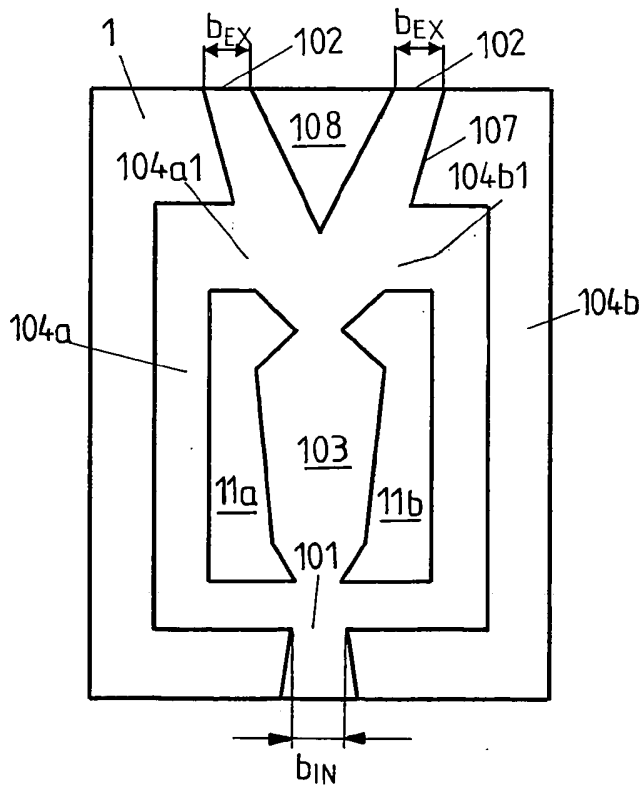


FIG 11

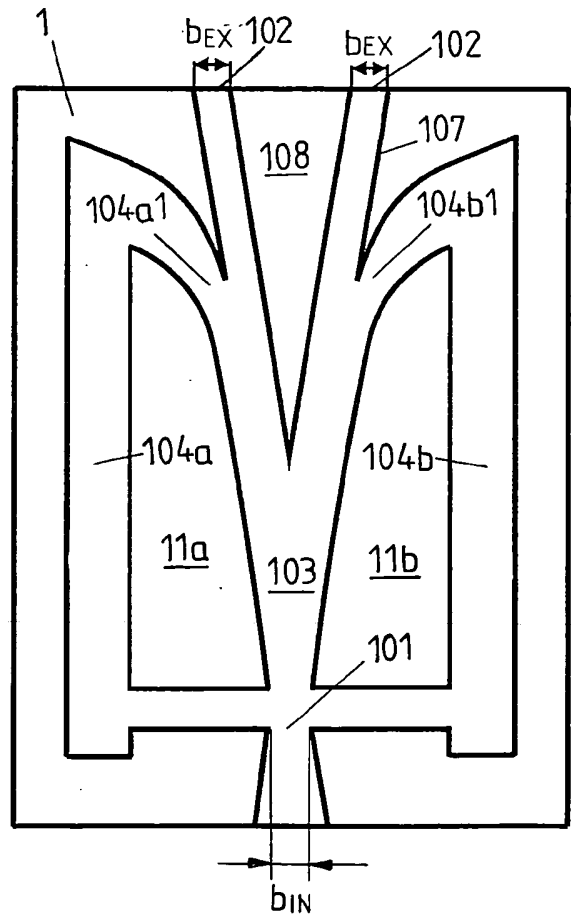




FIG 12

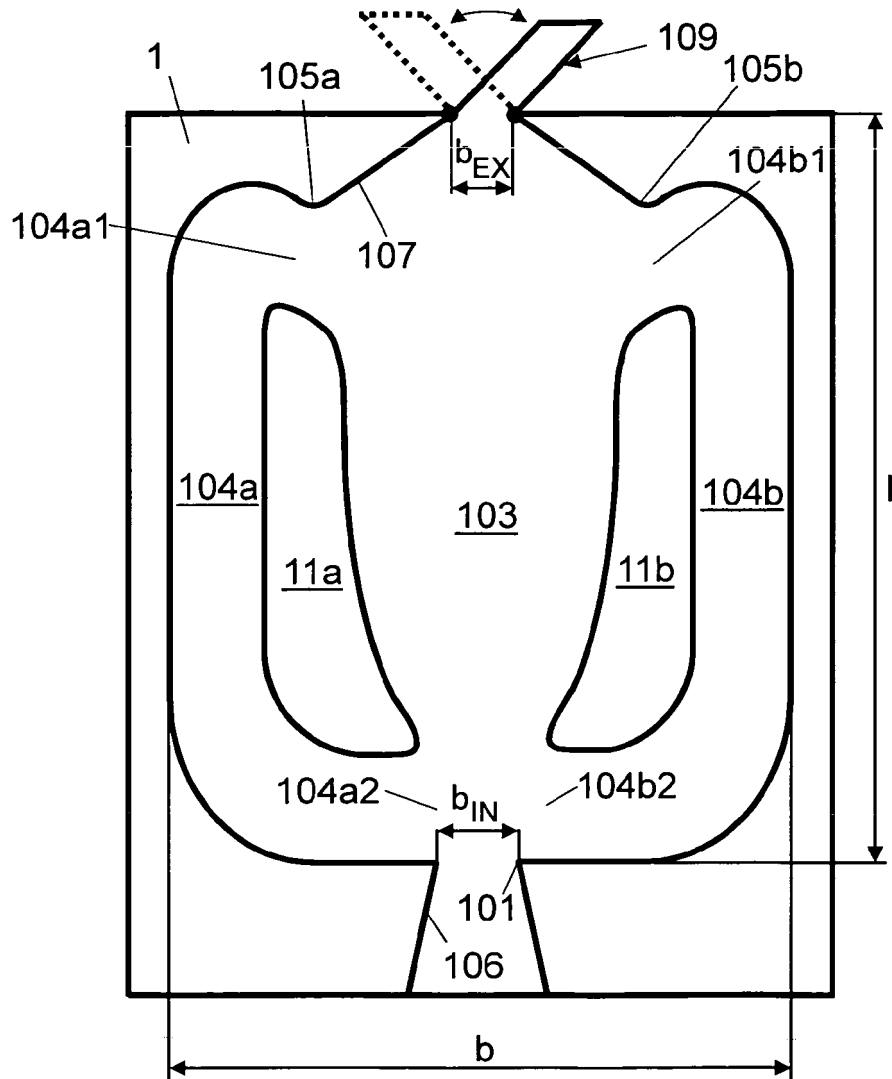


FIG 13

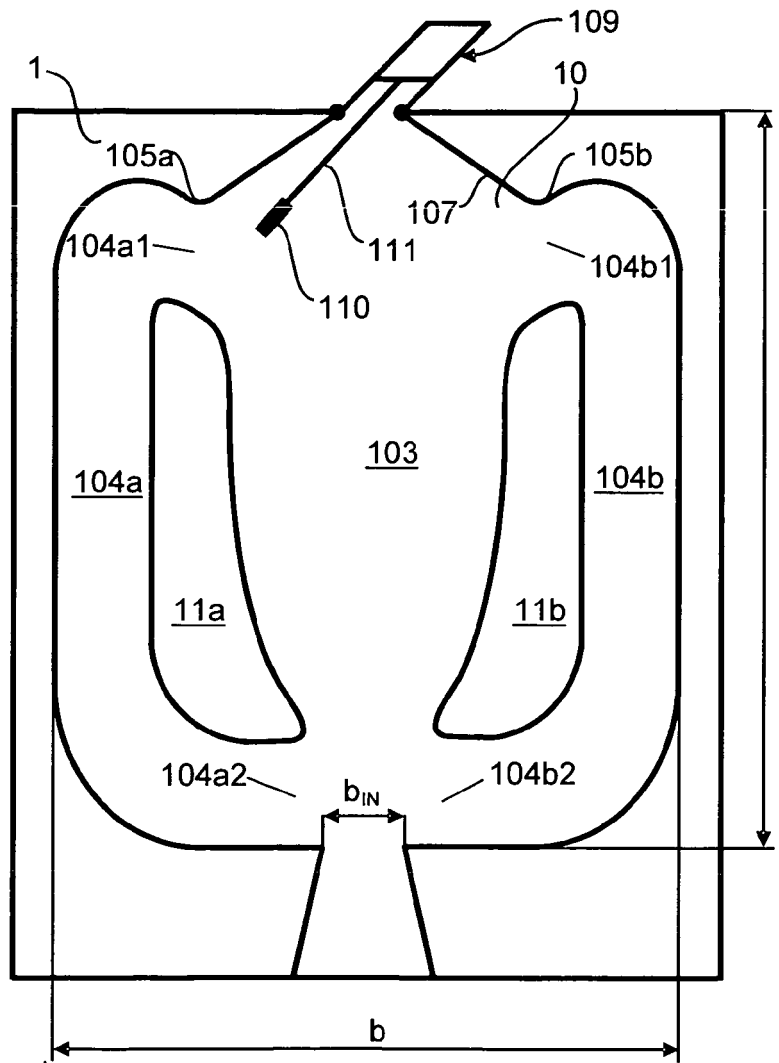


FIG 14

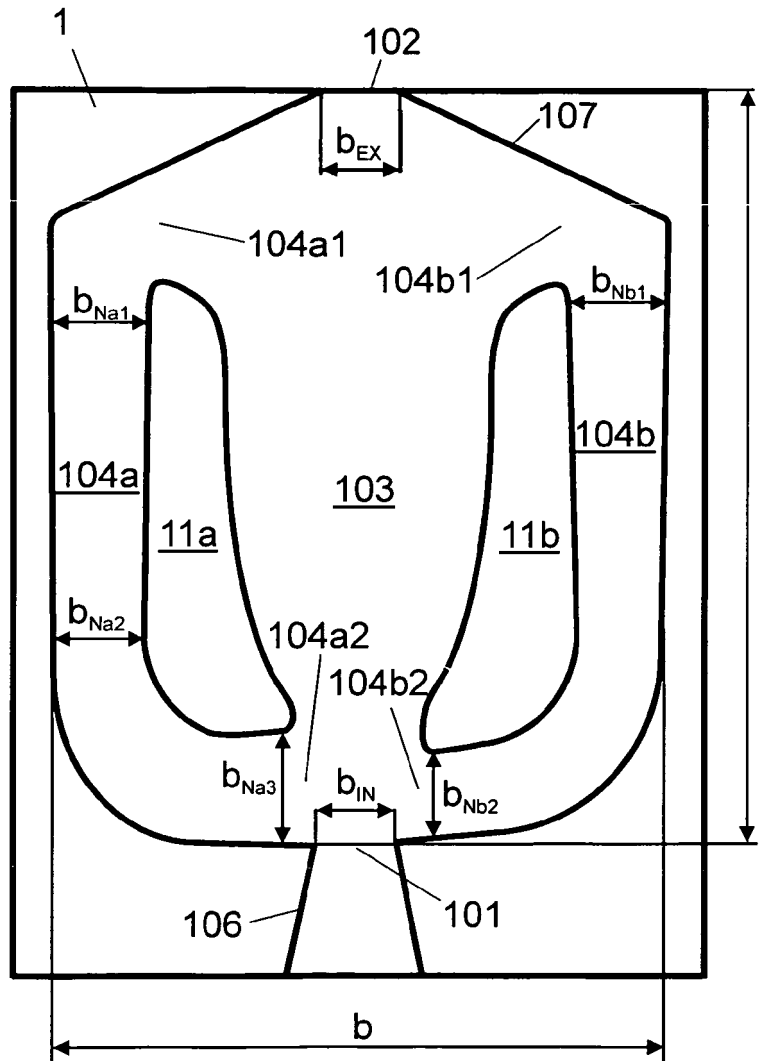


FIG 15

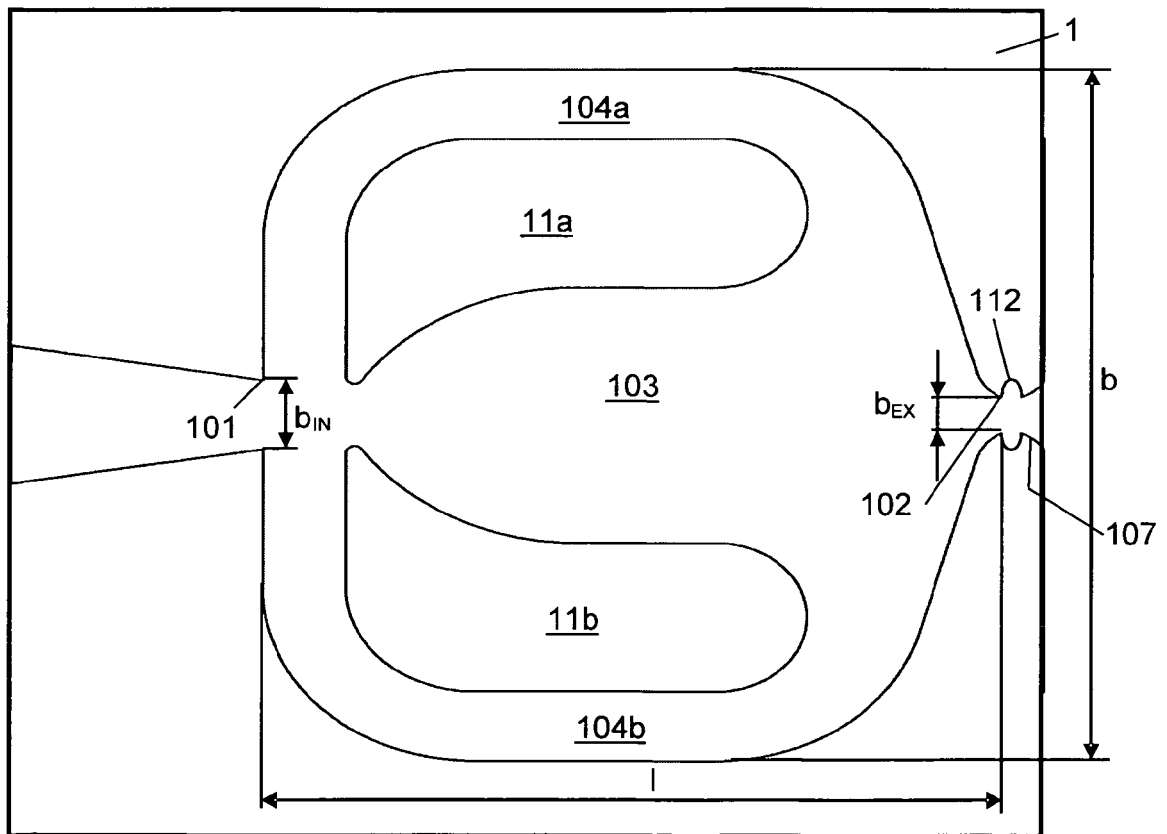


FIG 16

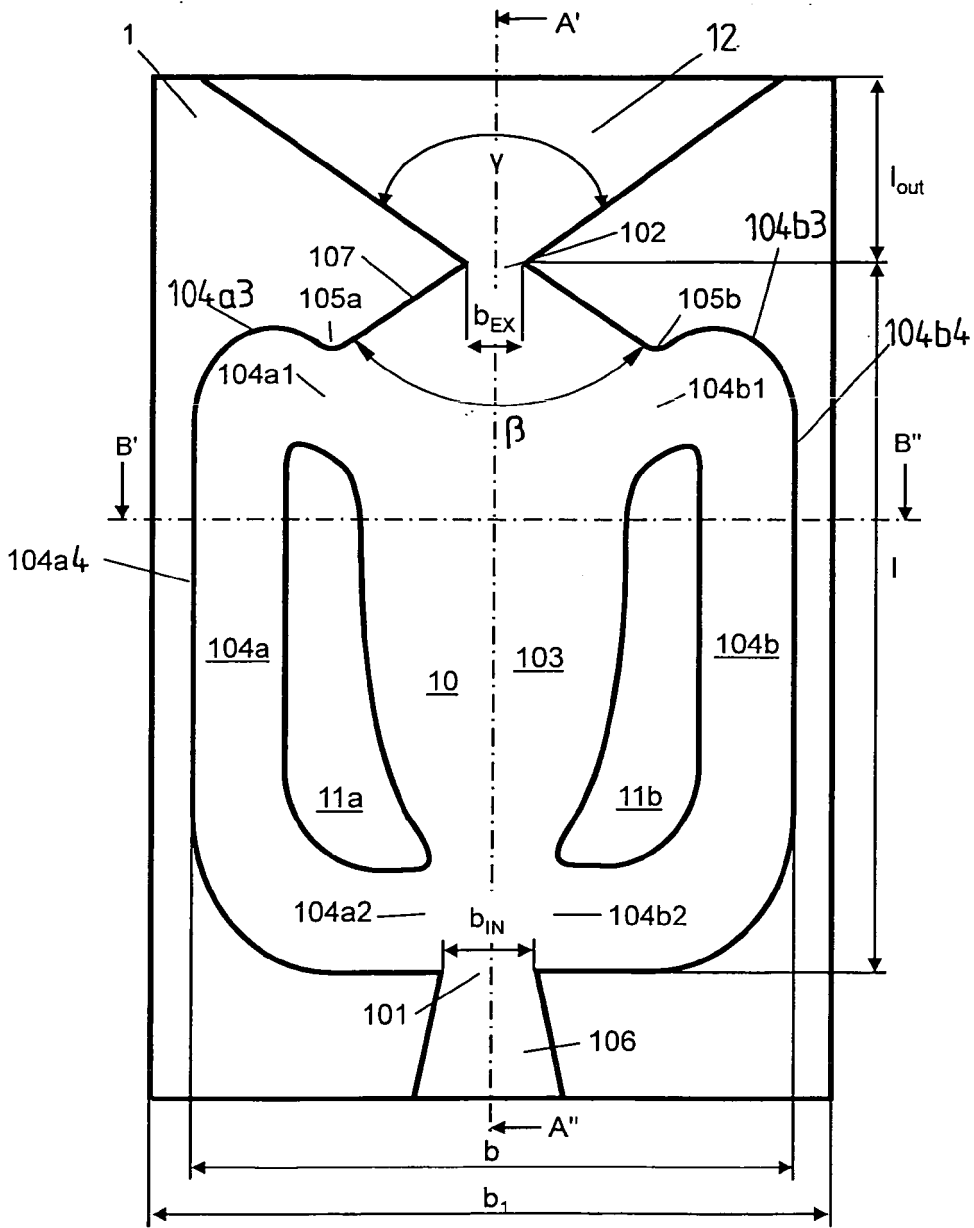


FIG 17

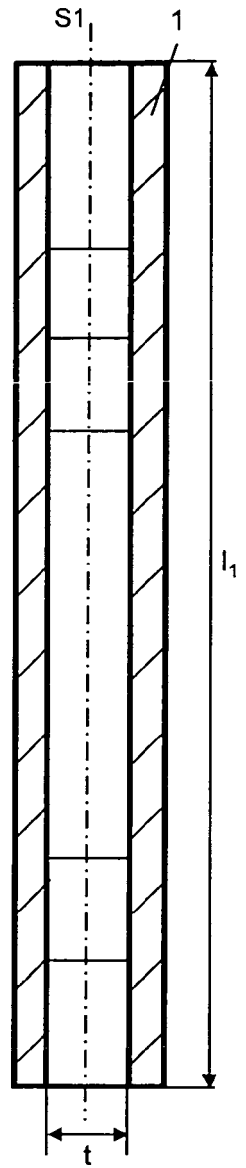


FIG 18

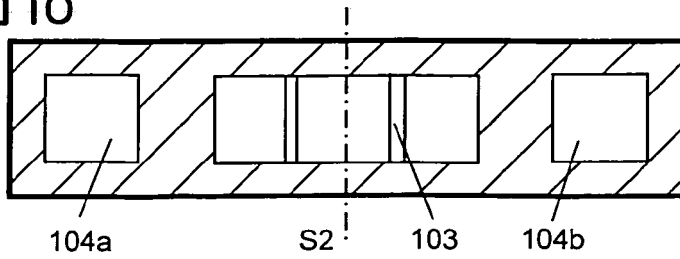
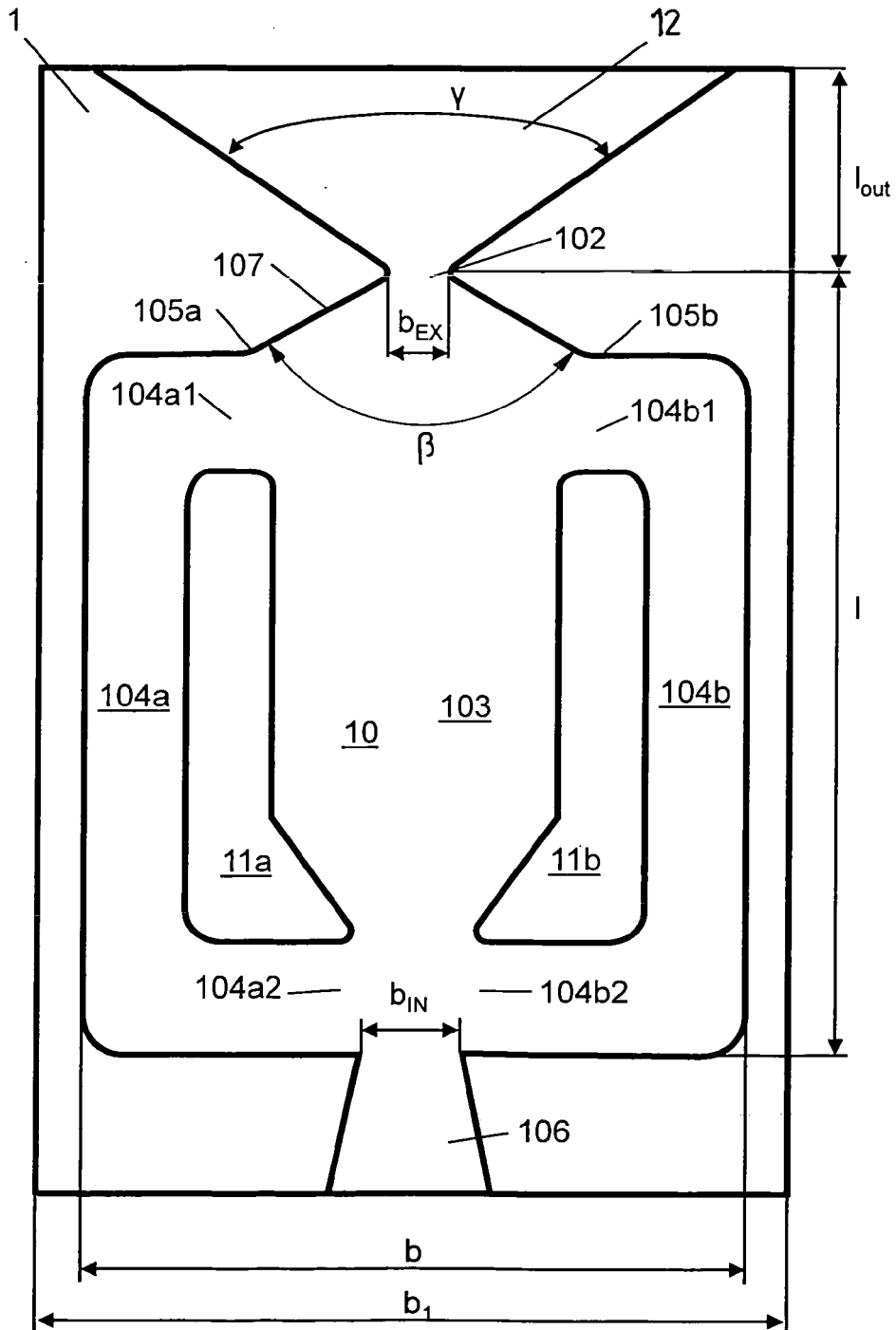


FIG 19



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 2013240644 A1 [0001]
- EP 1472966 A2 [0001]
- US 2007295840 A1 [0001]
- US 2004251315 A1 [0001]