

DE 102016121487 A1

Anmeldeland: DE
Anmeldenummer: 102016121487
Anmeldedatum: 09.11.2016
Veröffentlichungsdatum: 09.05.2018
Hauptklasse: B28B 3/20(2006.01,A)
Nebeklasse: B29C 47/20(2006.01,A)
Nebeklasse: H01M 8/18(2006.01,A)
MCD-Hauptklasse: B28B 3/20(2006.01,A)
MCD-Nebeklasse: B29C 48/32(2019.01,A)
MCD-Nebeklasse: H01M 8/18(2006.01,A)
CPC: H01M 8/04201
CPC: B29C 48/022
CPC: B29C 48/09
CPC: B29C 48/3003
CPC: B29C 48/32
CPC: H01M 8/18
CPC: Y02E 60/50
Entgegenhaltung (PL): US 000003996064 A
Erfinder: Herrmann, Werner, 67732, Hirschhorn, DE
Anmelder: CFD Consultants GmbH, 72108, Rottenburg, DE

[DE]Vorrichtung und Verfahren zum Herstellen eines Tubularelements

[DE]Eine Vorrichtung (10) zum Extrudieren eines Tubularelements (8) weist eine Einlassseite (12) zum Einführen eines Werkstoffs (9) und eine Auslassseite (14), in der ein Ausströmspalt (16) für den geformten Werkstoff (9) ausgebildet ist, auf, wobei zwischen der Einlass- und Auslassseite (12, 14) ein Innenraum (18) in der Vorrichtung (10) ausgebildet ist. In dem Innenraum (18) ist ein Führungsmittel (20) angeordnet, sodass der Werkstoff (9) von der Einlassseite (12) zum Ausströmspalt (16) führbar ist.

Seite 1 --- ()

Seite 2 --- ()

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Tubularelementen, sowie Tubularelemente und deren Verwendung in einer Flussbatterie.

[0002] Aus der Praxis sind Flussbatterien bekannt, die in chemischen Verbindungen in Flüssigkeiten elektrische Energie speichern. Diese elektrolytischen Flüssigkeiten befinden sich in zwei getrennten Kreisläufen und strömen in einer Ladungstauschkammer laminar aneinander vorbei. Dabei sind die Flüssigkeiten im Bereich des laminaren Strömungsbereichs durch eine ebene Membran voneinander getrennt. Die flächige Membran ist durchlässig für elektrische Ladungsträger, die z.B. in Form von Elektronen und/oder Protonen und/oder Ionen in der Flüssigkeit vorliegen. Daher werden Ladungsträger zwischen den Flüssigkeiten ausgetauscht und ein Strom in die Vorrichtung hineingeleitet oder aus der Vorrichtung herausgeführt. Legt man eine externe Spannungsquelle an die Flüssigkeiten an, werden die Ladungsträger der einen Flüssigkeit in die andere Flüssigkeit transferiert und der Akkumulator mit Energie geladen. Im umgekehrten Fall, also wenn die externe Spannungsquelle von den Flüssigkeiten entfernt wird, und stattdessen ein Verbraucher zwischen die Flüssigkeiten geschaltet wird, wird die gespeicherte Energie in Form eines Stromes entnommen. Eine derartige Vorrichtung, ein chemischer Akkumulator, ist als Flussbatterie oder Redox-Flow-Batterie bekannt und beispielsweise in der US 3 996 064 A beschrieben.

[0003] Die Leistung bezüglich des Stromflusses ist von der Fläche der Membran abhängig. Bei einer ebenen sich im Wesentlichen in zwei Raumrichtungen erstreckenden Membran ist die Leistung durch den Bauraum in eben diesen beiden Raumrichtungen der Ladungstauschkammer begrenzt. Daher sind große Ströme nur durch raumaufwendige Vorrichtungen möglich.

[0004] Tubularelemente, also rohrförmige Elemente beliebigen Durchmessers Länge und Querschnitts, werden durch ein Extrusionsverfahren hergestellt. Bei der Extrusion werden feste bis dickflüssige härtbare Formmassen unter Druck und gegebenenfalls Wärme kontinuierlich aus einem formgebenden Werkzeug herausgepresst. Die Formmasse wird an eine Düse des Werkzeugs herangeführt. Dabei entstehen Körper mit dem Querschnitt einer Öffnung der Düse und in beliebiger Länge. Je geringer der Querschnitt desto schwieriger ist das Extrusionsverfahren zu handhaben. Dies gilt insbesondere für die Serienfertigung.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, das bzw. die eine serientaugliche Fertigung der Tubularelemente ermöglicht, sodass große Mengen der Tubularelemente mit beliebigen Querschnitten gefertigt werden können.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0007] Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dar.

[0008] Eine Vorrichtung zum Extrudieren eines Tubularelements umfasst eine Einlassseite zum Einführen eines Werkstoffs. Zudem weist die Vorrichtung eine Auslassseite auf, in der ein Ausströmspalt für den geformten Werkstoff ausgebildet ist. Zwischen der Einlass- und Auslassseite ist ein Innenraum in der Vorrichtung ausgebildet. In dem Innenraum ist ein Führungsmittel angeordnet. Dadurch wird der Werkstoff von der Einlassseite zum Ausströmspalt geführt.

[0009] Zum Bereitstellen einer zum Extrudieren eines Tubularelements serientauglichen Vorrichtung ist ein Führungsmittel innerhalb der Vorrichtung vorgesehen. Dazu weist die Vorrichtung den Innenraum zwischen einer Einlassseite und einer Auslassseite auf. Die Einlassseite dient zum Einführen des Werkstoffs während an der Auslassseite der Werkstoff aus der Vorrichtung geführt wird. Die Einlass- und Auslassseite liegen sich gegenüber. Es ist auch möglich, die Einlassseite an den Seiten, also nicht gegenüberliegend zur Auslassseite anzuordnen. In der Auslassseite ist ein Ausströmspalt für den geformten Werkstoff ausgebildet. Der Werkstoff der durch die Einlassseite geführt wird, wird somit in den Innenraum geführt, wo er durch das Führungsmittel zur Auslassseite geführt wird, wo er am Ausströmspalt austritt. Durch das Führungsmittel ist es ermöglicht, den Werkstoff mit einer hohen Geschwindigkeit und einer gerichteten Strömungsrichtung durch die Vorrichtung zu leiten. Durch das Führungsmittel werden Verwirbelungen des Werkstoffs in dem Innenraum vermieden, sodass der Werkstoff gemäß der Form des Ausströmspals geformt die Vorrichtung verlassen kann. Dabei ist

ein endloser Strang mit der Form des Austrittspalts möglich, denn der Werkstoff verteilt sich gleichmäßig über den ganzen Ausströmspalt. Es ist möglich mehrere Austrittsspalte zu realisieren, die mit jeweils einem eigenen Innenraum ausgeführt sind. Es ist auch denkbar eine Mehrzahl an Vorrichtungen nebeneinander zuschalten.

[0010] Dabei wird sich eines vorteilhaften Verfahrens zum Herstellen eines hohlen Tubularelements bedient. Das Verfahren verwendet die erfindungsgemäße Vorrichtung mit dem Führungsmittel, um eine serientaugliche Produktion der Tubularelemente zu gewährleisten. Nachdem der Werkstoff über die Einlassseite in den Innenraum geführt wurde, wird der Werkstoff an dem Führungsmittel vorbeigeführt.

Seite 3 --- ()

Dabei wird der Werkstoff beschleunigt, und tritt mit erhöhter Geschwindigkeit aus dem Ausströmspalt als Tubularelement aus.

[0011] Tubularelemente, die nach einem im Rahmen der Erfindung erläuterten Verfahren hergestellt werden, können einer beliebigen Verwendung zugeführt werden, die keinesfalls auf das hier beschriebene Anwendungsgebiet der Elektrochemie zu begrenzen ist. Die im Folgenden erläuterte Verwendung innerhalb einer Flussbatterie ist eine mögliche Anwendung, die nicht als eine ausschließliche Verwendung zu verstehen ist, da röhrenförmige Elemente, insbesondere mit einem verhältnismäßig kleinen Durchmesser und einer geringen Wandstärke, die entweder starr oder flexibel, also nach Art eines Rohres oder eines Schlauches, ausgebildet sind, vielseitig einsetzbar sind.

[0012] Das röhrenförmige Tubularelement wird vorteilhaft aus einem Material hergestellt, das für elektrische Ladungsträger durchlässig ist. Dabei ist es wenigstens abschnittsweise aus diesem Material hergestellt. Dieses Material ist ein keramischer und/oder ein metallischer Werkstoff und/oder ein Kunststoff. Dabei ist der Werkstoff während des Extrudierens plastisch, so dass er strömen und geformt werden kann. Danach ist es möglich, dass der Werkstoff durch Abkühlung und/oder eine Wärmebehandlung z.B. in einem Ofen und/oder durch UV-Licht aushärtet. Solch ein röhrenförmiges Tubularelement bietet eine große Oberfläche für einen Ladungsträgeraustausch.

[0013] Das erfindungsgemäße Tubularelement wird in einer Flußbatterie in einem Ladungstauscher angeordnet. Durch das Tubularelement wird ein erstes Fluid mit Ladungsträgern durchgeführt. Ein zweites Fluid wird von außen an dem Tubularelement vorbeigeführt, sodass die Fluide ihre Ladungsträger gegenseitig abgeben können. Es ist eine Mehrzahl von Tubularelementen in einem Ladungstauscher realisierbar. Die Tubularelemente werden an ihrer Außenfläche von dem zweiten Fluid umströmt. Dabei führt der zweite Fluidkreislauf das zweite Fluid durch Leitungen quer an die Tubularelemente, sodass das Fluid zwischen den Tubularelementen hindurchströmt und somit die einzelnen Tubularelemente außenseitig umströmt. Wenn das Fluid den Ladungstauscher verlässt, durchströmt es wieder die Leitung des Fluidkreislaufes. Da das erste Fluid durch die Tubularelemente strömt und das zweite Fluid die Tubularelemente außenseitig umströmt, erfolgt ein Austausch elektrischer Ladungen zwischen den Fluidkreisläufen im Ladungstauscher und ein Ladungsaustausch erfolgt von dem ersten Fluid zu dem zweiten Fluid und umgekehrt. Dies ist abhängig davon, ob ein elektrischer Verbraucher die ausgetauschten Ladungen aus der Vorrichtung entnimmt oder eine elektrische Spannung an die Fluide angelegt ist.

[0014] Nach einer Weiterbildung ist das Führungsmittel auf einer Innenwandung des Innenraums ausgebildet. Dabei weist das Führungsmittel eine Führungsfläche auf, die wenigstens abschnittsweise quer zur Innenwandung angeordnet ist. Diese Führungsfläche steht senkrecht auf der Innenwandung. Es ist auch möglich, dass die Führungsfläche gegenüber der Senkrechten der Innenwandung verkippt ist. Dabei kann die Führungsfläche eine gerade Ebene oder eine gekrümmte Fläche sein. Weiter ist denkbar, dass eine Führungsfläche aus einer Mehrzahl von Flächen zusammengesetzt ist. Eine Führungsfläche kann einen Knick aufweisen. Es sind auch eine Mehrzahl von Führungsflächen realisierbar, insbesondere sind zwei sich gegenüberliegende Führungsflächen in Axialrichtung der Vorrichtung möglich, wobei die Axialrichtung durch die Strömungsrichtung des zu verarbeitenden Werkstoffs bestimmt ist. Die Führungsfläche ist seitlich an dem Führungsmittel angeordnet, sodass der Werkstoff durch das Führungsmittel geteilt und durch die Führungsfläche an dem Führungsmittel durch den Innenraum geführt wird. Dies erfolgt an den beiden möglichen Führungsflächen, wobei der Werkstoff bis zum Ausströmspalt geführt wird, um dort dann gleichmäßig über den Spalt verteilt zu werden.

[0015] Verjüngt sich der Innenraum und/oder das Führungsmittel in Richtung Auslassseite entlang der Axialrichtung, dann wird eine Beschleunigung des Werkstoffs erreicht. Durch den Grad der Verjüngung kann die Höhe der Beschleunigung eingestellt werden. Dabei kann die Verjüngung entlang der Axialrichtung in wenigstens einer auf der Axialrichtung senkrecht stehenden Raumrichtung erfolgen, sodass die zweite Raumrichtung konstant ist. Es können auch beide Raumrichtungen zur Verjüngung beitragen.

[0016] Vorteilhafterweise ist der Innenraum kegelförmig und verjüngt sich somit kegelförmig in Axialrichtung gegen den Ausströmspalt. Ebenso kann sich das Führungsmittel verjüngen, wobei es dreieckförmig ausgebildet ist. Dabei weist es eine Dreieckform entlang der Axialrichtung auf. Die Führungsflächen sind mit einer dreieckförmigen Kontur ausführbar, wobei die zwei längsten Schenkel in Richtung Einlassrichtung eine Ecke bilden, und ein kürzester Schenkel gegenüberliegend der Auslassrichtung zugewandt ist. Denkt man sich zwei gegenüberliegende dreieckförmige erste Führungsflächen, die im Wesentlichen quer auf der Innenwandung stehen und durch eine weitere in den Innenraum gerichtete zweite Führungsfläche verbunden werden, erhält man ein rampenartiges Führungsmittel. Die zweite Führungsfläche ist somit durch die ersten Führungsflächen von der Innenwandung ausgehend in den Innenraum gekippt. Dabei ist es möglich, die zweite Führungsfläche soweit in den Innenraum hineinragen zu lassen, dass der Innenraum durch das Führungsmittel geteilt

Seite 4 --- ()

wird. Die zweite Führungsfläche kann aber auch lediglich um etwa 1° in den Innenraum gekippt werden. Die ersten Führungsflächen sind derart zueinander bezüglich der Axialrichtung verkippt, dass ihre kürzesten Schenkel zusammenfallen, und die zweite Führungsfläche ebenfalls eine dreieckförmige Kontur erhält, die in Richtung der Auslassseite von der Innenwandung beabstandet ist. Es ist auch möglich, dass lediglich die Ecken, welche jeweils durch den kurzen Schenkel und den in den Innenraum gerichteten langen Schenkel gebildet werden, zusammenfallen und die kurzen Schenkel eine V-Form bilden. Das Führungsmittel ist insbesondere tetraederförmig ausgeführt. Durch die Beabstandung der zweiten Führungsfläche im Bereich des Ausströmspalts wird der Innenraum partiell stärker verjüngt.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform ist die Vorrichtung vorteilhaft aus wenigstens drei Bauteilen aufgebaut. Die Bauteile umfassen ein Zulaufteil auf der Einlassseite und/oder ein Formteil auf der Auslassseite und/oder dazwischen ein Zuführungsteil mit dem Innenraum. Durch das Zulaufteil wird der Werkstoff in die Vorrichtung zugeleitet, und mit dem Formteil wird der Werkstoff abschließend in die Form der Tubularelemente gebracht. Wenn der Werkstoff durch das Zulaufteil in die Vorrichtung geführt wurde, wird er im Innenraum des Zuführungsteils dem Ausströmspalt im Formteil zugeführt. Auf diese Weise wird ein Kanal von der Einlassseite zur Auslassseite durch die Bauteile ausgebildet, durch den der Werkstoff in seiner ungeformten Form durchgeführt wird, um als Tubularelement aus der Vorrichtung auszutreten. So kann ein endloser Strang gefertigt werden, der nach dem Werkzeug durch eine Schneidvorrichtung auf beliebige Längen geschnitten wird. Die Bauteile sind vorzugsweise durch lösbare Verbindungsmittel, wie Schrauben und Stifte miteinander verbunden. Dadurch können die separaten Bauteile durch weitere Bauteile ergänzt und/oder ersetzt werden, wenn z.B. eine stärkere Verjüngung und/oder ein anderer Querschnitt des Tubularelements notwendig ist. Die einzelnen Bauteile weisen eine zylindrische Form auf und im zusammengebauten Zustand ergeben sie ebenfalls eine zylindrische Form.

[0018] Das Zulaufteil weist eine zylindrische Aussparung auf, die es ermöglicht ein gleichmäßiges Zuleiten des Werkstoffs zu gewährleisten. Die Aussparung fluchtet mit dem Innenraum wenigstens auf der Einlassseite. Dabei geht die Innenumfangsfläche der Aussparung in die Innenwandung über, ohne dass ein Absatz ausgebildet ist. Die Innenwandung des Innenraums verläuft in einem zur Aussparung konzentrischen gedachten Zylinder mit dem Durchmesser der Aussparung. Dabei ist es möglich, dass die Innenwandung die Kontur des gedachten Zylinders nicht schneidet. Alternativ ist

es möglich die Kontur zu schneiden. Das Zulaufteil ist vorzugsweise ringförmig. Unter gedachten Zylinder ist eine lediglich theoretische Begrenzung in Zylinderform gemeint, die nicht konstruktiv ausgeführt ist.

[0019] Vorteilhafterweise umfasst das Formteil den Ausströmspalt. Der Ausströmspalt fluchtet mit dem verjüngten Abschnitt des Innenraums auf der Auslassseite, sodass zwischen der Wandung des Ausströmspalts und der Innenwandung kein Absatz ausgebildet ist. Der Ausströmspalt verjüngt sich in Richtung der Auslaufseite. Insbesondere ist das Formteil scheibenförmig.

[0020] Bei einer weiterführenden Detaillierung der Erfindung entspringt die zweite Führungsfläche von einem einlassseitigen Rand der Innenwandung. Der Rand befindet sich in Axialrichtung außen an der Kontur der Innenwandung. Dabei ist die zweite Führungsfläche vorzugsweise bündig mit dem einlassseitigen Rand, sodass sie sich wenigstens schneiden oder insbesondere aufeinander liegen. Im Innenraum endet die zweite Führungsfläche beabstandet von einem auslassseitigen Rand.

[0021] Vom auslassseitigen Rand erstreckt sich eine Nadel in den Innenraum, was vorteilhaft für die Führung des Werkstoffs ist. Die Nadel verjüngt sich von dem auslassseitigen Rand ausgehend in Axialrichtung. Dabei ist die breiteste Abmessung der Nadel bezüglich der Axialrichtung auf gleicher Höhe mit dem auslassseitigen Rand. Das Führungsmittel und die Nadel gehen ineinander über. Es ist möglich das Führungsmittel und die Nadel an ihren Spitzen ineinander übergehen zu lassen. Die Nadel ist insbesondere kegelförmig, sodass die in den Innenraum gerichtete Ecke der dreieckförmigen zweiten Führungsfläche mit der Spitze des Kegels zusammenfällt.

[0022] Dabei ist die Nadel wenigstens teilweise von der Innenwandung beabstandet, sodass am auslassseitigen Rand ein Schlitz ausgebildet ist. Dadurch ist die Nadel frei im Innenraum angeordnet, und von der Innenwandung umsäumt. Der Schlitz am auslassseitigen Rand fluchtet mit dem Ausströmspalt.

[0023] Der Ausströmspalt weist eine kreisförmige Ausnehmung auf. Die Ausnehmung, die den Spalt bildet, ist wenigstens einmal unterbrochen. Es ist auch möglich mehrere Unterbrechungen zu realisieren. Stellt man sich einen Kreis vor, stellt die Unterbrechung einen Schnitt in der Umfangskontur dar, sodass der Ausströmspalt bei einer Unterbrechung vorzugsweise C-förmig ist. Dabei kann der Ausströmspalt einen Winkel entlang der Kreiskontur einnehmen, der größer und/oder kleiner als 180° ist. So ist wenigstens ein Steg zwischen den tangentialen Enden des Ausströmspalts ausgebildet. Der Steg erstreckt sich zwischen den Enden radial in die Kreiskontur des Ausströmspalts. Dabei fluchtet die tangential gerichtete Wand des Stegs mit der Axialrichtung. Im Bereich der tangentialen Enden des

Seite 5 --- ()

Auströmspalts kann die Wand von der Axialrichtung abweichen und verkippt und/oder gebogen sein. Durch die Ausgestaltung des Ausströmspalts wird eine einfache Formung des Tubularelements erreicht. Wenn der Werkstoff den Ausströmspalt passiert hat, in dem es noch einen vorzugsweise C-förmigen oder U-förmigen Querschnitt aufweist, fließt der Werkstoff nach dem Ausströmspalt zu einem Kreisquerschnitt zusammen. Durch das voranschreitende Extrudieren bildet sich ein Tubularelement.

[0024] Zweckmäßig ist es, wenn der Steg, die Nadel und das Führungsmittel miteinander fluchten. Dabei sind der Steg, die Nadel und das Führungsmittel insbesondere auf der gleichen Seite der Wandung des Kanals angeformt und deren Außenkonturen gehen ineinander über.

[0025] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar sind. Der Rahmen der Erfindung ist nur durch die Ansprüche definiert.

[0026] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die zugehörige Zeichnung näher erläutert.

[0027] Es zeigen: **Fig. 1 a**) eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Draufsicht, b) die Vorrichtung in perspektivischer Ansicht aufgebaut aus einem Zulaufteil, einem Zuführungsteil und einem Formteil, **Fig. 2** einen Axialschnitt durch die Vorrichtung, **Fig. 3** einen weiteren Axialschnitt durch die Vorrichtung, wobei die Vorrichtung verdreht ist, sodass ein freistehender Steg ersichtlich ist, **Fig. 4** eine perspektivische und Schnittansicht des Zulaufteils, **Fig. 5** ein Zuführungsteil in perspektivischer und Schnittansicht, **Fig. 6 a)** eine perspektivische Ansicht des Formteils mit Sicht auf den Ausströmspalt, b) einen Axialschnitt durch das Formteil, wobei der freigestellte Steg ersichtlich ist, c) ein rotierter Axialschnitt durch das Formteil, wobei der Schnitt durch den Steg zwischen eine Unterbrechung des Spalts geht, d) einen Axialschnitt durch eine alternative Ausführung des Stegs, **Fig. 7** die Vorrichtung während des Extrudierverfahrens eines Tubularelements, **Fig. 8** eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms des Verfahrens.

[0028] Innerhalb der Vorrichtung 10 zum Extrudieren eines Tubularelements 8 ist ein Führungsmittel 20 vorgesehen. Dazu weist die Vorrichtung 10 einen Innenraum 18 zwischen einer Einlassseite 12 und einer Auslassseite 14 auf. Die Einlassseite 12 dient zum Einführen des Werkstoffs während an der Auslassseite 14 der Werkstoff aus der Vorrichtung 10 herausgeführt wird. Die Einlassseite 12 und die Auslassseite 14 liegen sich gegenüber. In der Auslassseite 14 ist ein Ausströmspalt 16 für den geformten Werkstoff ausgebildet. Der Werkstoff, der durch die Einlassseite 12 geführt wird, wird somit in den Innenraum 18 geleitet, wo er durch das Führungsmittel 20 zur Auslassseite 14 geführt wird, um dann am Ausströmspalt 16 auszutreten. Durch das Führungsmittel 20 wird der Werkstoff 9 in einer gerichteten Strömungsrichtung 7 durch die Vorrichtung 10 geleitet. Der Werkstoff tritt gemäß der Form des Ausströmspalts 16 aus der Vorrichtung 10 heraus. Der endlose Strang kann nach Bedarf durch eine nicht dargestellte Schneidvorrichtung abgelängt wird.

[0029] In dem Verfahren 11 aus **Fig. 7** und **Fig. 8** zum Extrudieren eines Tubularelements 8 wird die Vorrichtung 10 mit dem Führungsmittel 20 verwendet, um Tubularelemente 8 herzustellen. Nach dem Einführen des Werkstoffs gemäß Feld 4 über die Einlassseite 12 in den Innenraum 18 wird der Werkstoff 18 an dem Führungsmittel 20 vorbeigeführt. Während des Vorbeiführens gemäß Feld 5 wird der Werkstoff in Strömungsrichtung 7 beschleunigt, sodass ein Austritt nach Feld 6 als Tubularelement 8 aus dem Ausströmspalt 16 mit erhöhter Geschwindigkeit erfolgt. Die Austrittsgeschwindigkeit ist höher als die Geschwindigkeit, mit der der Werkstoff in die Vorrichtung eingeleitet wird.

[0030] Das rohrförmige Tubularelement 8 wird aus einem Material hergestellt, das durchlässig für elektrische Ladungsträger ist. Dieses Material ist ein keramischer und/oder ein metallischer Werkstoff und/oder umfasst Kunststoff. Dabei ist der Werkstoff während des Extrudierens plastisch, sodass er in Strömungsrichtung gemäß Pfeilen 7 strömt und durch den Austrittspalt 16 geformt werden kann. Danach erhärtet der Werkstoff, beispielsweise durch Abkühlung, und/oder durch eine Wärmebehandlung z.B. in einem Ofen der nicht abgebildet ist und/oder durch UV-Licht.

[0031] In **Fig. 2** und **Fig. 3** ist gezeigt, dass das Führungsmittel 20 auf einer Innenwandung 22 des Innenraums 18 ausgebildet. Gemäß **Fig. 3** weist das Führungsmittel 20 eine Führungsfläche 24 auf, die wenigstens Abschnittsweise quer zur Innenwandung 18 angeordnet ist. Diese Führungsfläche 24 ist auch **Fig.**

Seite 6 --- ()

1 und **Fig. 5** zu entnehmen. Die Führungsfläche 24 ist eine gerade Ebene. Es sind in der **Fig. 3** zwei sich gegenüberliegende Führungsflächen 24 in Axialrichtung der Vorrichtung 10 gemäß Pfeil 1 dargestellt, wobei die Axialrichtung durch die Strömungsrichtung des Werkstoff bestimmt ist. Die Führungsflächen 24 sind derart verkippt, dass sie sich berühren. Beide Führungsflächen 24 sind seitlich an dem Führungsmittel 20 angeordnet, sodass der Werkstoff durch das Führungsmittel 20 geteilt und durch die Führungsflächen 24 an dem Führungsmittel 20 durch den Innenraum 18 geführt wird. Der Werkstoff wird bis zu dem Ausströmspalt 16 geführt.

[0032] Der Innenraum 18 und das Führungsmittel 20 weisen eine Verjüngung auf. In **Fig. 2** ist gezeigt wie sich das Führungsmittel 20 bezüglich der Radialrichtung der Vorrichtung 10 ausgehend von der Auslassseite 16 der Vorrichtung 10 verjüngt. Das Führungsmittel 20 bildet eine Keilform. Der

Innenraum 18 verjüngt sich in umgekehrter Richtung bezüglich der Radialrichtung. Das Führungsmittel 20 kann dabei einen Winkel ein aufweisen, der sich soweit erstreckt bis der gesamte Innenraum 18 durch das Führungsmittel 20 geteilt wird.

[0033] Der Innenraum 18 ist kegelförmig ausgeführt und verjüngt sich somit kegelförmig in Axialrichtung gegen den Ausströmspalt 16. Er weist eine kegelstumpfförmige Form auf. Das Führungsmittel 20 verjüngt sich gemäß eines Dreiecks. Dabei weist es eine Dreiecksform entlang der Axialrichtung auf. Die Führungsflächen 24 sind mit einer dreieckförmigen Kontur ausgeführt, wobei die beiden längsten Schenkel in Richtung der Einlassseite 12 eine Ecke bilden und der kürzeste Schenkel gegenüberliegend der Auslassrichtung zugewandt ist. Ein langer Schenkel liegt auf der Innenwandung 22. Die diesem Schenkel gegenüberliegende Ecke des Dreiecks der Führungsfläche 24 zeigt in den Innenraum 18. Die Führungsflächen 24 sind gegeneinander derart verkippt, dass sich diese nach innen weisenden Ecken pyramidenartig berühren. Denkt man sich zwei gegenüberliegende dreieckförmige erste Führungsflächen 24, die im Wesentlichen quer auf der Innenwandung 22 stehen und durch eine weitere in den Innenraum 18 gerichtete zweite Führungsfläche 26 verbunden sind, erhält man ein rampenartiges Führungsmittel 20. Die zweite Führungsfläche 26 ist somit durch die ersten Führungsflächen 24 von der Innenwandung 20 ausgehend in den Innenraum 18 gekippt. Die zweite Führungsfläche ist dreieckförmig, wobei die durch zwei gleich lange Schenkel gebildete Ecke die Ecken der ersten Führungsflächen 24 pyramidenartig berührt. Die ersten Führungsflächen 24 sind derart zueinander verkippt, dass ihre kürzesten Schenkel zusammenfallen, und die zweite Führungsfläche 26 ebenfalls eine dreieckförmige Kontur erhält, die im Bereich des Ausströmspalts 16 von der Innenwandung 22 beabstandet ist. Durch die Beabstandung der zweiten Führungsfläche 26 im Bereich des Ausströmspalts 16 wird der Innenraum 18 partiell stärker verjüngt.

[0034] Die Vorrichtung ist gemäß **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** aus mindestens drei Bauteilen aufgebaut, die ein Zulaufteil 28 auf der Einlassseite 12 und ein Formteil 30 auf der Auslassseite 14 und ein dazwischen angeordnetes Zuführungsteil 32, in dem der Innenraum 18 ausgebildet ist, umfassen. Durch das Zulaufteil 28 wird der Werkstoff der Vorrichtung 10 zugeleitet und mit dem Formteil 30 wird der Werkstoff abschließend in die Form der Tubularelemente 8 gebracht. Die einzelnen Bauteile weisen eine zylindrische Form auf und fluchten zueinander. Wenn der Werkstoff durch das Zulaufteil 28 in die Vorrichtung 10 geleitet wurde, wird er im Innenraum 18 des Zuführungsteils 32 dem Ausströmspalt 16 des Formteils 30 zugeführt. Auf diese Weise wird ein Kanal 40 von der Einlassseite 12 zur Auslassseite 14 durch die zuvor geschilderten Bauteile ausgebildet, durch den der Werkstoff in seiner ungeformten Form durchgeführt wird, um als Tubularelement 8 aus der Vorrichtung 10 auszutreten. So kann ein endloser Strang gefertigt werden, der nach der Vorrichtung durch eine nicht abgebildete Schneidvorrichtung auf eine beliebige Länge geschnitten wird. Die Bauteile der Vorrichtung 10 sind durch lösbare Verbindungsmittel, wie Schrauben und Stifte, miteinander verbunden, die nicht abgebildet sind. Die Verbindungsmittel werden durch eigens vorgesehene Bohrungen 13 durchgeführt.

[0035] Das Zulaufteil 28 weist gemäß den **Fig. 4** eine zylindrische Aussparung 34 auf. Die Aussparung 34 fluchtet mit dem Innenraum 18 auf der Einlassseite 12. Dabei geht die Innenumfangsfläche der Aussparung 34 in die Innenwandung 22 über, ohne dass ein Absatz ausgebildet ist. Die Innenwandung 22 des Innenraums 18 verläuft in einem zur Aussparung 34 konzentrischen und gedachten Zylinder mit dem Durchmesser der Aussparung 34. Dabei schneidet die Innenwandung 22 die Kontur des gedachten Zylinders nicht. Das Zulaufteil 28 ist ringförmig.

[0036] Das Formteil 30 gemäß den **Fig. 6** weist den Ausströmspalt 16 auf. Der Ausströmspalt 16 fluchtet mit dem verjüngten Abschnitt des Innenraums 18 auf der Auslassseite 14, sodass zwischen der Wandung des Ausströmspalts 16 und der Innenwandung 18 kein Absatz ausgebildet ist. Der Ausströmspalt 16 verjüngt sich in Richtung der Auslaufseite, wobei das Formteil 30 scheibenförmig gestaltet ist.

[0037] Die zweite Führungsfläche 26 entspringt von einem einlassseitigen Rand 19 der Innenwandung 18. Der Rand 19 befindet sich in Axialrichtung 1 außen an der Kontur der Innenwandung 22. Dabei ist die zweite Führungsfläche 24 bündig mit dem einlassseitigen Rand 19, sodass sie aufeinander liegen. Im Innenraum 18 endet die zweite Führungsfläche 26 beabstandet von einem auslassseitigen Rand 17

Seite 7 --- ()

gemäß den **Fig. 3** und **Fig. 6**. Die Ecke zwischen den beiden gleichlangen Schenkeln der zweiten Führungsfläche reicht nicht bis zum Rand 17. Das Führungsmittel 20 ist spiegelsymmetrisch bezüglich einer Symmetrieachse, die mit der Axialrichtung fluchtet.

[0038] Vom auslassseitigen Rand 17 erstreckt sich eine Nadel 36 in den Innenraum 18. Die Nadel 36 verjüngt sich kegelförmig von dem auslassseitigen Rand 17 ausgehend in Axialrichtung. Dabei ist die breiteste Abmessung der Nadel 36 bezüglich der Axialrichtung auf gleicher Höhe, wie der auslassseitige Rand 17. Die Ecke des Führungsmittels 20 und die Spitze der Nadel 36 gehen ineinander über. Die in den Innenraum 18 gerichtete Ecke der dreieckförmigen zweiten Führungsfläche fällt mit der Spitze des Kegels zusammen. Die ersten Führungsflächen 24 schließen mit ihren kürzesten Schenkeln an die Mantelfläche der kegelförmigen Nadel 36 an.

[0039] Dabei ist die Nadel 36 wenigstens teilweise von der Innenwandung 18 beabstandet, sodass am auslassseitigen Rand 17 ein Schlitz ausgebildet ist, was in der Unteransicht des Zuführungsteils 32 in **Fig. 5** gezeigt ist. Dadurch ist die Nadel 36 frei im Innenraum 18 angeordnet, und von der Innenwandung 18 umsäumt. Der Schlitz am auslassseitigen Rand 17 fluchtet mit dem Ausströmspalt 16.

[0040] Der Ausströmspalt 16 in dem Formteil weist eine kreisförmige Ausnehmung auf. Die Ausnehmung, die den Spalt 16 bildet, ist einmal unterbrochen. Der Ausströmspalt 16 ist gemäß den **Fig. 6a**) c-förmig. Der Ausströmspalt nimmt einen Winkel entlang der Kreiscontur ein, der größer als 180° ist. So ist ein Steg 38 zwischen den tangentialen Enden 15 des Ausströmspalts 16 ausgebildet. Der Steg 16 erstreckt sich zwischen den Enden 15 radial in die Kreiscontur des Ausströmspalts 16. Dabei fluchtet die tangential gerichtete Wand des Stegs 38 mit der Axialrichtung 1. Im Bereich der tangentialen Enden 15 des Ausströmspalts 16 kann die Wand gemäß der alternativen Ausführungsform nach **Fig. 6d**) von der Axialrichtung abweichen und verkippt und/oder gebogen sein.

[0041] Gemäß der **Fig. 3** fluchtet der Steg 38, die Nadel 36 und das Führungsmittel 20 miteinander. Dabei sind der Steg 38, die Nadel 36 und das Führungsmittel 20 auf der gleichen Seite der Wandung des Kanals 40 angeformt, und deren Außenkonturen gehen ineinander über, ohne Absätze zu bilden.

Seite 8 --- ()

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

[0000] Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

[0000] US 3996064 A [0002]

Seite 9 --- ()

[1] Vorrichtung zum Extrudieren eines Tubularelements (8) umfassend, eine Einlassseite (12) zum Einführen eines Werkstoffs (9) und eine Auslassseite (14), in der ein Ausströmspalt (16) für den geformten Werkstoff (9) ausgebildet ist, wobei zwischen der Einlass- und Auslassseite (12, 14)

ein Innenraum (18) in der Vorrichtung (10) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Innenraum (18) ein Führungsmittel (20) angeordnet ist, sodass der Werkstoff (9) von der Einlassseite (12) zum Ausströmospalt (16) führbar ist.

[2] Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Führungsmittel (20) auf einer Innenwandung (22) des Innenraums (18) ausgebildet ist, und eine Führungsfläche (24) aufweist, die wenigstens Abschnittsweise quer zur Innenwandung (22) angeordnet ist.

[3] Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Innenraum (18) und/oder das Führungsmittel (20) in Richtung Auslassseite (14) verjüngt.

[4] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Innenraum (18) kegelförmig und/oder das Führungsmittel (20) dreieckförmig verjüngt, wobei das Führungsmittel (20) eine in den Innenraum gerichtete zweite Führungsfläche (26) aufweist, die im Bereich des Ausströmospalts (16) von der Innenwandung (22) beabstandet ist.

[5] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) ein Zulaufteil (28) auf der Einlassseite (12) und/oder ein Formteil (30) auf der Auslassseite (14) aufweist, wobei dazwischen ein Zuführungsteil (32) mit dem Innenraum (18) angeordnet ist, sodass ein Kanal (40) von der Einlassseite (12) zur Auslassseite (14) durch die Bauteile ausgebildet ist.

[6] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Zulaufteil (28) eine zylindrische Aussparung (34) aufweist, die mit dem Innenraum (18) wenigstens auf der Einlassseite (12) fluchtet, und vorzugsweise ist das Zulaufteil (28) ringförmig.

[7] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Formteil (30) den Ausströmospalt (16) umfasst, der mit dem verjüngten Abschnitt des Innenraums (18) auf der Auslassseite (14) fluchtet.

[8] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Führungsfläche (26) von einem einlassseitigen Rand (19) der Innenwandung (22) entspringt, und im Innenraum (18) beabstandet von einem auslassseitigen Rand (17) endet.

[9] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich vom auslassseitigen Rand (17) eine Nadel (36) in den Innenraum (18) in verjüngender Weise, insbesondere kegelförmig, erstreckt, wobei die Nadel (36) in das Führungsmittel (20) übergeht.

[10] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadel (36) wenigstens teilweise von der Innenwandung (22) beabstandet ist, sodass am auslassseitigen Rand (17) ein Schlitz ausgebildet ist, der mit dem Ausströmospalt (16) fluchtet.

[11] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausströmospalt (16) eine kreisförmige Ausnehmung ist, die wenigstens einmal unterbrochen und C-förmig ist, sodass wenigstens ein Steg (38) zwischen den tangentialen Enden des Ausströmospalts (16) ausgebildet ist.

[12] Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Steg (38), die Nadel (36) und das Führungsmittel (20) miteinander fluchten, und auf der gleichen Seite der Wandung des Kanals (40) angeformt sind.

[13] Verfahren zum Herstellen eines hohlen Tubularelements (8) durch eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Einführen (4) des Werkstoffs (9) in den Innenraum (18)
- Vorbeiführen (5) des Werkstoffs (9) an einem Führungsmittel (20), wobei der Werkstoff (9) dabei beschleunigt wird
- Austreten (6) des zu einem Tubularelement (8) geformten Werkstoffs (9) aus dem Ausströmospalt (16).

[14] Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff (9) durch die Aussparung (34) in den Innenraum (18) geführt wird.

[15] Tubularelement hergestellt nach einem Verfahren gemäß der Ansprüche 13 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Tubularelement (8) rohrförmig ist und ein für elektrische Ladungsträger durchlässiges Material aufweist.

[16] Flussbatterie mit mindestens einem Tubularelement (8) nach Anspruch 15, wobei das Tubularelement (8) in einem Ladungstauscher angeordnet ist, sodass ein Fluid mit Ladungsträgern seine

Seite 10 --- ()

Ladungsträger mittels des Tubularelements (8) an ein weiteres Fluid abgeben kann.

Seite 11 --- ()

Seite 12 --- ()

Seite 13 --- ()

Seite 14 --- ()

Seite 15 --- ()

Seite 16 --- ()

Seite 17 --- ()

Seite 18 --- ()