

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei der Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen beispielsweise im 3D-Druckverfahren oder dem klassischen Rotationsgussverfahren werden zunehmend feinsten Pulverpartikel in Form von Pulver benötigt. Die Herstellung der Polymerpartikel kann dabei durch ein Vermahlen eines grobkörnigen Granulats oder durch eine direkte Granulierung in einem Extrusionsprozess erfolgen. Bisher waren derartige Mikrogranulierungen nur geeignet, um größere Polymerpartikel für die industrielle Nutzung im Bereich von oberhalb 500 µm herzustellen.

[0003] Nun besteht aber der Wunsch, Schmelzspinnvorrichtungen bereitzustellen, mit welchen feinste Polymerpartikel kleiner 500 µm direkt durch eine Extrusion einer Polymerschmelze herstellbar sind.

[0004] Erste Laborversuche, die beispielsweise mit einer bekannten Vorrichtung nach der US 9,321,207 B2 durchgeführt wurden, lassen erkennen, dass eine Mikrogranulierung einer Polymerschmelze durchaus möglich ist. Hierbei wird eine Polymerschmelze unter einem Überdruck durch eine Kapillare mit einer Düsenöffnung gepresst. An der Auslassseite der Düsenöffnung wird eine heiße Prozessluft unmittelbar auf das aus der Düsenöffnung austretende Extrudat gerichtet. Hierbei lässt sich eine Zerteilung des Extrudats in feine Polymerpartikel erzeugen. Aufgrund der hohen Prozesslufttemperaturen ist bei einer Mehrlochdüsenanordnung jedoch zunehmend die Bildung von Agglomeraten an der Unterseite der Schmelzspinnvorrichtung zu beobachten. Diese Agglomeratbildung behindert jedoch die Entstehung gleichmäßiger feinsten Partikel beim Extrudieren.

[0005] Aus der EP 1920825 A1 ist eine Schmelzspinnvorrichtung bekannt, bei welcher unterhalb der Schmelzspinnvorrichtung eine Umgebungsluft angesaugt wird, die eine Vorkühlung der extrudierten Polymerpartikel ausführt. Damit werden noch zusätzliche Turbulenzen auf der Unterseite der Schmelzspinnvorrichtung erzeugt, die die Bildung von Agglomeraten unterstützt.

[0006] Somit ist es Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel für eine industrielle Nutzung derart zu verbessern, dass möglichst eine Bildung von Agglomeraten beim Extrudieren der Polymerpartikel vermieden wird.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die untere Düsenplatte durch ein Kühlmittel kühlbar ausgeführt ist.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale und Merkmalskombinationen der Unteransprüche definiert.

[0009] Die Erfindung hat erkannt, dass eine Agglomeratbildung dann vermieden werden kann, wenn die Temperatur der Prozessluft deutlich unterhalb einer Betriebstemperatur der Schmelzspinnvorrichtung liegt. Diese Temperaturdifferenz hat jedoch den Nachteil, dass nur größere Polymerpartikel erzeugbar sind. Um dennoch bei gleichem Niveau der Prozesslufttemperatur und der Betriebstemperatur der Schmelzspinnvorrichtung die Bildung von Agglomeraten zu verhindern, wird erfindungsgemäß eine Unterseite der Schmelzspinnvorrichtung gekühlt. So lässt sich eine Atmosphäre direkt unterhalb der Schmelzspinnvorrichtung erzeugen, die der Bildung von Agglomeraten entgegenwirkt. So wird die untere Düsenplatte durch ein Kühlmittel kühlbar ausgeführt.

[0010] Als Kühlmittel haben sich hierbei insbesondere eine Kaltluft oder eine Flüssigkeit bewährt, die durch einen Kühlkanal im Inneren der Düsenplatte geführt sind. So lässt sich der Kühlkanal innerhalb der Düsenplatte durch einen Fluideinlass mit einer Kühlmittelquelle verbinden.

[0011] Bei der Verwendung einer Flüssigkeit hat sich die Weiterbildung der Erfindung besonders bewährt, bei welcher der Kühlkanal der Düsenplatte über einen Fluidauslass mit einem Kühlfluidkreislauf verbunden ist. So kann ein regelmäßiger Austausch und ein kontinuierlicher Wärmeabtransport aus der unteren Düsenplatte realisiert werden, ohne dabei die Prozessluft und die Düseneinrichtung thermisch zu beeinflussen. Die Kühlwirkung bleibt in der Düsenplatte konzentriert und lässt sich vorteilhaft der Unterseite der Düsenplatte zuordnen.

[0012] Bei der Verwendung von Kühlluft hat sich die Weiterbildung der Erfindung bewährt, bei welcher der Kühlkanal der Düsenplatte mit einer Mehrzahl von Austrittsbohrungen verbunden ist und bei welcher die Austrittsbohrungen mit Austrittsöffnungen an der Unterseite der Düsenplatte verteilt angeordnet sind. Durch die austretende Kühlluft an der Unterseite der Düsenplatte lassen sich zusätzliche Turbulenzen erzeugen, die ein Anschmelzen der Polymerpartikel an der heißen Oberfläche der Düsenplatte verhindern.

[0013] Für die industrielle Herstellung von feinsten Polymerpartikeln werden üblicherweise Schmelzspinnvorrichtungen eingesetzt, die eine Mehrzahl von Kapillaren aufweist, um gleichzeitig eine Mehrzahl von Extrudaten zu erzeugen. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass die Kapillaren an separaten Düsen-

einrichtungen oder an einer gemeinsamen Düsenanordnung ausgebildet sind. Für die Variante mit mehreren Düsenanordnungen ist die Weiterbildung der Erfindung besonders vorteilhaft, bei welcher die untere Düsenplatte mehrere reihenförmig angeordnete Durchlässe für mehrere reihenförmige Düsenanordnungen aufweist und bei welcher der Kühlkanal die Düsenplatte parallel zu den Durchlässen durchdringt. So lässt sich die untere Düsenplatte über die gesamte Länge gleichmäßig kühlen. Die reihenförmige Anordnung der Durchlässe ermöglicht somit gleichmäßige Abstände zu der gekühlten Unterseite der Düsenplatte.

[0014] Alternativ besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass die untere Düsenplatte zur Bildung des Durchlasses zweiteilig ausgebildet ist und dass die Düsenplatten sich spiegelsymmetrisch gegenüber liegen und den Durchlass für die Düsenanordnung mit mehreren in einer Reihe angeordneten Kapillaren flankieren und bei welcher jedes der Düsenplattenteile einen von mehreren Kühlkanälen aufweist. Bei einer derartig ausgebildeten Düsenanordnung mit mehreren in einer Reihe angeordneten Kapillaren, kann ebenfalls zu beiden Seiten des Durchlasses eine gleichmäßig gekühlte Unterseite der Düsenplatten realisiert werden.

[0015] Damit es bei der Bildung der Polymerpartikel beim Extrudieren aus den Kapillaren keine gegenseitige Beeinflussungen der Prozessluft gibt, ist die Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, bei welcher die Kapillaren benachbarter Düsenanordnungen oder benachbarter Kapillaren der Düsenanordnung einen Mittenabstand von mindestens 4 mm vorzugsweise mindestens 6 mm aufweisen. Damit wird eine gegenseitige Beeinflussung beim Zerteilen des Extrudats durch die Prozessluft vermieden.

[0016] Der Luftspalt der Düsenanordnung kann dabei vorteilhaft radial umlaufend zur Kapillare oder spiegelsymmetrisch gegenüberliegend zur Kapillare ausgebildet sein. Bei einem radial umlaufenden Luftspalt lässt sich die Prozessluft radial umspülend auf das Extrudat richten, sodass eine allseitige Beaufschlagung des Extrudats eintritt. Alternativ besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Prozessluft von zwei Längsseiten auf das Extrudat zu richten.

[0017] Zur Erzeugung der Prozessluftströmung ist die erfindungsgemäße Schmelzspinnvorrichtung derart ausgeführt, dass der Luftspalt der Düsenanordnung sich durch gegenüberliegende Kanalwände begrenzt, die gegenüber einer Mittelachse der Kapillare jeweils einen Strömungswinkel im Bereich von 30° bis 45° bilden. Hierbei besteht die Möglichkeit, einen zylindrischen oder konvergenten Luftspalt zu bilden. Die Spaltöffnung liegt dabei im Bereich von 0,5 mm bis 3 mm. Bei einer konvergenten Anordnung der Ka-

nalwände lässt sich eine zusätzliche Beschleunigung der Prozessluft erzielen.

[0018] Die erfindungsgemäße Schmelzspinnvorrichtung wird nachfolgend anhand einiger Ausführungsbeispiele unter Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert.

[0019] Es stellen dar

Fig. 1.1 und **1.2** schematisch mehrere Schnittansichten eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel.

Fig. 2.1, 2.2 und **2.3** schematisch mehrere Schnittansichten eines weiteren Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel.

Fig. 3 schematisch ein vergrößerter Ausschnitt einer Düsenanordnung der vorgenannten Ausführungsbeispiele nach **Fig. 1.1** und **2.1**

[0020] In der **Fig. 1.1** ist schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel in einer Querschnittsansicht dargestellt. Hierbei zeigt die **Fig. 1.1** nur die wesentlichen Bauteile der Schmelzspinnvorrichtung, die zum Extrudieren und Erzeugen der Polymerpartikel wesentlich sind.

[0021] Das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schmelzspinnvorrichtung ist durch eine Einlassplatte **1**, eine Verteilerplatte **2** und eine untere Düsenplatte **3** gebildet. Die Platten **1, 2** und **3** sind üblicherweise in einem beheizten Gehäuse gehalten, das hier nicht näher dargestellt ist. Die Einlassplatte **1**, die Verteilerplatte **2** und die Düsenplatte **3** sind druckdicht miteinander verbunden.

[0022] Die obere Einlassplatte **1** weist einen Schmelzeinlass **5** auf, durch welchen eine Polymerschmelze unter Druck eingeleitet wird. Der Schmelzeinlass **5** ist mit einer inneren Verteilkammer **6** verbunden. Die Verteilkammer **6** erstreckt sich zwischen der Einlassplatte **1** und der Verteilerplatte **2**.

[0023] Die Verteilerplatte **2** weist mehrere durchgehende Verteilöffnungen **7** auf. An der Unterseite der Verteilerplatte **2** sind mehrere Düsenanordnungen **4** gehalten. Die Düsenanordnungen **4** sind hierzu mit einem oberen Ende in den Verteilöffnungen **6** gehalten. Die Verbindung zwischen den Düsenanordnungen **4** und den Verteilöffnungen **7** kann hierbei durch eine Pressverbindung oder eine Schraubverbindung ausgeführt sein.

[0024] An dieser Stelle sei ausdrücklich vermerkt, dass die Anzahl der Düsenanordnungen **4** und die Anzahl der Verteilöffnungen **7** beispielhaft ist. Grund-

sätzlich weisen derartige Schmelzspinnvorrichtungen eine größere Anzahl von Düseneinrichtungen auf.

[0025] Die Düseneinrichtungen **4** sind auskragend an der Verteilplatte **2** gehalten und ragen mit einem freien Düsenende jeweils in eine Düsenaufnahmeöffnung **11** der unteren Düsenplatte **3** hinein. Jede der Düsenaufnahmeöffnungen **11** bildet an einer Unterseite **15** jeweils einen Durchlass **22** an der Düsenplatte **3**.

[0026] Die Düsenplatte **3** weist unmittelbar unterhalb der Verteilplatte **2** eine Prozessluftkammer **13** auf, die von den Düseneinrichtungen **4** durchdrungen ist. Die Prozessluftkammer **13** erstreckt sich zwischen einer Unterseite der Verteilplatte **2** und den Düsenaufnahmeöffnungen **11** in der Düsenplatte **3** und lässt sich über einen Prozessluftkanal **14** in der Einlassplatte **1** und der Verteilplatte **2** mit einer Prozessluftquelle verbinden. Die Düsenaufnahmeöffnungen **11** weisen einen Öffnungsquerschnitt auf, der größer ist als die hineinragenden Düseneinrichtungen **4**. So bildet sich über den Außenumfang der Düseneinrichtung **4** jeweils ein Prozessluftzufuhrkanal **25**. Zum Durchlass **22** an der Unterseite **15** der Düsenplatte **3** hin ist die Düsenaufnahmeöffnung **11** derart ausgeführt, dass sich am freien Ende der Düseneinrichtung **4** ein umlaufender Luftspalt **12** einstellt, durch welchen die Prozessluft dem Durchlass **22** zuführbar ist.

[0027] Die Düseneinrichtungen **4** sind identisch ausgeführten und weisen im oberen Bereich einen Schmelzkanal **8** auf, der jeweils in die Verteilöffnung **7** mündet und darüber mit der Verteilkammer **6** verbunden ist. Am gegenüberliegenden Ende des Schmelzkanals **8** ist eine Kapillare **9** ausgebildet, die die Düseneinrichtung **4** bis zu einer Unterseite durchdringt und eine Düsenöffnung **10** bildet. Die Kapillare **9** ist mit einem mittleren Innendurchmesser im Bereich von 0,15 mm bis 1,5 mm ausgeführt. Die Größe des mittleren Innendurchmessers der Kapillare **9** richtet sich hierbei nach der jeweils zu erzeugenden Partikelgröße der Polymerpartikel. Die Länge der Kapillare **9** wird dabei in Abhängigkeit von dem mittleren Innendurchmesser der Kapillare **9** gewählt. Die Länge der Kapillare **9** liegt im Bereich von 0,8fachen bis zu dem 15-fachen des mittleren Durchmessers der Kapillare.

[0028] Am freien Ende der Düseneinrichtung **4** ist der Luftspalt **12** gebildet. Hierzu ist an der Düseneinrichtung **4** eine obere Kanalwand und an der Düsenaufnahmeöffnung **11** der Düsenplatte **3** eine untere Kanalwand gebildet, die den Luftspalt **12** begrenzen und in den Prozessluftkanal **25** mündet.

[0029] Die den Düseneinrichtungen **4** zugeordneten Durchlässe **22** an der Unterseite **15** der unteren Düsenplatte **3** sind reihenförmig angeordnet.

[0030] Um das Anhaften und Bilden von Agglomeraten an der Unterseite **15** der Düsenplatte **3** zu verhindern, ist die Düsenplatte **3** durch ein Kühlmittel kühlbar ausgeführt. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Düsenplatte **3** zwei Kühlkanäle **16** auf, die seitlich von den Durchlässen **22** im inneren der Düsenplatte **3** angeordnet sind. Zur weiteren Erläuterung der unteren Düsenplatte **3** wird zusätzlich Bezug zu der **Fig. 1.2** genommen.

[0031] In der **Fig. 1.2** ist ein Längsschnitt des Ausführungsbeispiels in **Fig. 1.1** an der Schnittlinie A-A dargestellt. Hieraus ist zu erkennen, dass der Kühlkanal **16** die Düsenplatte **3** in Längsrichtung parallel zu den Düseneinrichtungen **4** komplett durchdringt und an einer Seite mit einem Fluideinlass **17** und auf der gegenüberliegenden Seite mit einem Fluidauslass **18** verbunden ist. Der Fluideinlass **17** und der Fluidauslass **18** an der unteren Düsenplatte **3** sind mit einem Kühlfluidkreislauf **19** verbunden. Der Kühlfluidkreislauf **19** weist einen Wärmetauscher **26** auf, durch welchen das über den Fluideinlass **17** in den Kühlkanal **16** eingelassene Kühlfluid auf eine vorbestimmte Temperatur gehalten wird. Als Kühlfluid sind Flüssigkeiten oder Gase geeignet.

[0032] Im Betrieb lässt sich so die Unterseite **15** der Düsenplatte **3** abkühlen. So hat sich gezeigt, dass bei einer Betriebstemperatur der Schmelzspinnvorrichtung von 240° C eine Abkühlung der Unterseite der Düsenplatte **3** auf eine Temperatur von ca. 190° C die Bildung der Agglomerate vermieden werden konnte.

[0033] Wie aus der Darstellung in **Fig. 1.1** hervorgeht, sind die Düseneinrichtungen **4** mit einem vorbestimmten Abstand zueinander angeordnet, so dass sich zwischen den Düsenöffnungen **10** und den konzentrisch dazu ausgebildeten Durchlässen **22** an der Unterseite der Düsenplatte **3** ein vorbestimmter Abstand einstellt. In der **Fig. 1.1** ist der Abstand zwischen benachbarten Düseneinrichtungen **4** mit dem Kleinbuchstaben **b** gekennzeichnet. Der Abstand **b** bildet dabei einen Mittenabstand der benachbarten Kapillare **9** der Düseneinrichtungen **4**. Um eine gegenseitige Beeinflussung aufgrund der Prozessluftströmung bei der Bildung der Polymerpartikel zu vermeiden, muss ein Mindestmaß an Mittenabstand zwischen benachbarten Kapillaren eingehalten werden. Hierbei ist unter Berücksichtigung der Größenordnung des Luftspaltes **12** der Mittenabstand mindestens **4** vorzugsweise **6** mm ausgeführt.

[0034] Bei dem in **Fig. 1.1** dargestellten Ausführungsbeispiel umschließt der Luftspalt **12** den gesamten Umfang der Düseneinrichtung **4**, sodass das Extrudat bei Austritt aus der Kapillare **9** komplett von der Prozessluftströmung umspült ist. Somit wirkt die Prozessluftströmung über den gesamten Umfang des Extrudats gleichmäßige ein.

[0035] Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Polymerpartikel mit einer Prozessluftführung zu erhalten, die aus parallel gegenüberliegenden Luftspalten erzeugt wird. Hierzu ist in den **Fig. 2.1** bis **2.3** ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feiner Polymerpartikel in mehreren Ansichten dargestellt. Das Ausführungsbeispiel ist in **Fig. 2.1** und **2.3** in einer Längsschnittansicht und in **Fig. 2.2** in einer Querschnittsansicht schematisch gezeigt. Auch hierbei sind nur die zum Extrudieren der Polymerschmelze wesentlichen Bauteile dargestellt. Die nachfolgende Beschreibung gilt für alle Figuren soweit kein ausführlicher Bezug zu einer der Figuren gemacht ist.

[0036] Bei dem in **Fig. 2.1** bis **2.3** dargestellten Ausführungsbeispiel ist ebenfalls auf die Darstellung eines Gehäuses verzichtet und nur die wesentlichen Bauteile zur Extrusion und Erzeugung der Polymerpartikel gezeigt.

[0037] So weist das Ausführungsbeispiel eine Einlassplatte **1**, eine Verteilplatte **2** und eine zweiteilige Düsenplatte **3.1** und **3.2** auf. Die Verteilplatte **2** weist an einer Unterseite eine konisch aufragende Düseneinrichtung **4** auf, die eine Mehrzahl von Kapillaren **9** enthält. Die Kapillare **9** sind in einer Reihe angeordnet und bilden am freien Ende der Düseneinrichtung **4** jeweils eine Düsenöffnung **10**. Jedem der Kapillare **9** ist in der Verteilplatte **2** ein Schmelzkanal **8** zugeordnet, der mit einer oberhalb der Verteilplatte **2** ausgebildeten Verteilkammer **6** verbunden sind. Die Verteilkammer **6** erstreckt sich zwischen der Einlassplatte **1** und der Verteilplatte **2**. An Oberseite der Einlassplatte **1** ist ein Schmelzeinlass **5** vorgesehen.

[0038] Unterhalb der Verteilplatte **2** sind die beiden Düsenplattenteile **3.1** und **3.2** der Düsenplatte spiegelsymmetrisch gegenüberliegend angeordnet und bilden mit dem freien Ende der Düseneinrichtung **4** gemeinsam zwei sich spiegelbildlich gegenüberliegende Luftspalte **12.1** und **12.2**. Die zu beiden Längsseiten der Düseneinrichtung **4** ausgebildeten Luftspalte **12.1** und **12.2** erstrecken sich über die Längsseite der Düsenplattenteile **3.1** und **3.2** derart, dass ein jeder durch die Kapillare **9** gebildete Düsenöffnung **10** eine Prozessluft beidseitig zuführbar ist. Die Luftspalte **12.1** und **12.2** sind durch einen Durchlass **22** begrenzt, der sich zwischen den Düsenplattenteilen **3.1** und **3.2** erstreckt.

[0039] Wie insbesondere aus der **Fig. 2.2** hervorgeht, wird die Prozessluft zu beiden Längsseiten durch die Prozessluftkanäle **14.1** und **14.2** zugeführt. Die Prozessluftkanäle **14.1** und **14.2** durchdringen die Einlassplatte **1** und treffen in eine Prozessluftkammer **13.1** beziehungsweise **13.2**. Die Luftkammern **13.1** und **13.2** sind zwischen der Verteilerplatte **2** und den Düsenplatten **3.1** und **3.2** ausgebildet. Von den

Prozessluftkammern **13.1** und **13.2** wird die Prozessluft den Luftspalten **12.1** und **12.2** zugeführt.

[0040] Die geometrischen Parameter der Kapillare **9** sowie der Luftspalte **12.1** und **12.2** sind hierbei identisch zu dem vorgenannten Ausführungsbeispiel, so dass hierzu an dieser Stelle keine weitere Erläuterung erfolgt und ansonsten Bezug zu den vorgenannten Beschreibungen genommen wird.

[0041] Wie aus den Darstellungen der **Fig. 2.1** und **2.3** hervorgeht, sind die unteren Düsenplattenteile **3.1** und **3.2** jeweils kühlbar ausgeführt. In jedem der Düsenplattenteile **3.1** und **3.2** ist ein Kühlkanal **16.1** und **16.2** eingebracht, der an einem Ende geschlossen ausgebildet ist. So geht insbesondere aus der **Fig. 2.3** hervor, dass der Kühlkanal **16.1** sich im Wesentlichen über die gesamte Länge der Düsenplatte bzw. des Düsenplattenteils **3.1** erstreckt. Dem Kühlkanal **16.1** sind mehrere Austrittsbohrungen **20** zugeordnet, die an der Unterseite **15** des Düsenplattenteils **3.1** jeweils eine Austrittsöffnung **21** bilden. Die Austrittsöffnungen **21** sind über die Länge des Düsenplattenteils **3.1** gleichmäßig verteilt angeordnet.

[0042] Der Kühlkanal **16.1** ist über einen Fluideinlass **17** mit einer Kühlmittelquelle **23** verbunden. Die Kühlmittelquelle **23** könnte in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein Gebläse sein, um eine Kühlluft in den Kühlkanal **16.1** zu fördern. Im Betrieb wird so über die Austrittsöffnungen **21** an der Unterseite **15** ein gleichmäßiger Kühlstrom erzeugt, der zum einen die Unterseite der Düsenplatte **3** kühlt und darüber hinaus durch Luftturbulenzen ein Anhaften von Polymerpartikeln an der Unterseite **15** der Düsenplatte **3** verhindert.

[0043] Das Düsenplattenteil **3.2** ist identisch ausgeführt, sodass parallel zu der Düseneinrichtung **4** an jeder Unterseite jeweils ein Kühlluftstrom erzeugt wird.

[0044] Unabhängig davon, ob die heiße Prozessluft an der Düseneinrichtung **4** ummantelnd oder beidseitig einwirkt, ist ein Strömungswinkel im Bereich von 30° bis 45° einzuhalten, um die heiße Prozessluft auch auf die extrudierte Schmelze zu leiten. Wie aus der Darstellung in **Fig. 3** hervorgeht, wird dabei bevorzugt eine konvergente Form des Luftspaltes gewählt. Der Luftspalt **12** weist an seiner engsten Stelle eine Spalthöhe auf, die in **Fig. 3** mit dem Buchstaben **s** gekennzeichnet ist. Die Spalthöhe **s** liegt in einem Bereich von $0,5\text{ mm}$ bis 3 mm . Hierbei kann der Luftspalt **12** sich gemäß dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1.1** für den gesamten Umfang der Düseneinrichtung oder gemäß dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2.1** zu beiden Seiten der Düseneinrichtung erstrecken. Die Kanalwand **24.1**, die durch das Ende der Düseneinrichtung **4** gebildet ist, und die Kanalwand **24.2**, die durch die Düsenplatte

3 gebildet ist, bestimmen im Wesentlichen Maße die Prozessluftströmung. Die Prozessluft ist hierbei auf eine Temperatur im Bereich von 180° C bis 200° C erwärmt. Demgegenüber lässt sich die Unterseite **15** der Düsenplatte **3** auf eine geringere Temperatur hin abkühlen, die im Bereich von 20° bis 60° unterhalb der Betriebstemperatur der Schmelzspinnvorrichtung liegen kann.

[0045] An dieser Stelle sei ausdrücklich erwähnt, dass die dargestellten und beschriebenen Kühlmittel beispielhaft sind. So könnte die Unterseite der Düsenplatte auch durch mehrere Kühlrippen oder durch eine Heatpipe-Einrichtung gekühlt werden. Ebenso ist keine der Kühlmittel auf eine bestimmte Ausführung der Schmelzspinnvorrichtung beschränkt. So könnte die Ausführung nach **Fig. 1.1** durch eine Kühlmittelausführung gemäß **Fig. 2.3** gekühlt werden. Wesentlich ist eine Temperaturminderung an der Unterseite der unteren Düsenplatte der Schmelzspinnvorrichtung.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

- US 9321207 B2 [0004]
- EP 1920825 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Schmelzspinnvorrichtung zum Extrudieren feinsten Polymerpartikel mit zumindest einer unteren Düsenplatte (3), die zumindest einen Durchlass (22) für eine Düseneinrichtung (4) aufweist, wobei die Düseneinrichtung (4) zumindest eine Kapillare (9) zum Erzeugen eines Extrudats und einen der Kapillare (9) zugeordneten Luftspalt (12) zur Erzeugung eines heißen Prozessluftstroms umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die untere Düsenplatte (3) durch ein Kühlmittel kühlbar ausgeführt ist.

2. Schmelzspinnvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlmittel durch eine Kaltluft oder durch eine Flüssigkeit gebildet ist und dass die untere Düsenplatte (3) zumindest einen Kühlkanal (16) aufweist, der mit einem Fluideinlass (17) verbunden ist und der die Düsenplatte (3) durchdringt.

3. Schmelzspinnvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkanal (16) der Düsenplatte (3) über einen Fluidauslass (18) mit einem Kühlfluidkreislauf (19) verbunden ist.

4. Schmelzspinnvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkanal (16) der Düsenplatte (3) mit einer Mehrzahl von Austrittsbohrungen (20) verbunden ist und dass die Austrittsbohrungen (20) mit Austrittsöffnungen (21) an der Unterseite (15) verteilt angeordnet sind.

5. Schmelzspinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die untere Düsenplatte (3) mehrere reihenförmig angeordnete Durchlässe (22) für mehrere reihenförmige Düseneinrichtungen (4) aufweist und dass der Kühlkanal (16) die Düsenplatte (3) parallel zu den Durchlässen (22) durchdringt.

6. Schmelzspinnvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die untere Düsenplatte (3) zur Bildung des Durchlasses zweiteilig ausgebildet ist, dass die Düsenplattenteile (3.1, 3.2) sich spiegelsymmetrisch gegenüberliegen und den Durchlass (22) für die Düseneinrichtung (4) mit mehreren in einer Reihe angeordneter Kapillare (9) flankieren und dass jedes der Düsenplattenteile (3.1, 3.2) einen von mehreren Kühlkanälen (16.1, 16.2) aufweist.

7. Schmelzspinnvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapillare (9) benachbarter Düseneinrichtungen (4) oder benachbarte Kapillare (9) der Düseneinrichtung (4) einen Mittenabstand von mindestens 4 mm vorzugsweise mindestens 6 mm aufweisen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Luftspalt (12) der Düseneinrichtung (4) radial umlaufend zur Kapillare (9) oder spiegelsymmetrisch gegenüberliegend zur Kapillare (9) ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Luftspalt (12) der Düseneinrichtung (4) eine Spaltöffnung (s) im Bereich von 0,5 mm bis 3 mm aufweist und dass der Luftspalt (12) durch gegenüberliegende Kanalwände (24.1, 24.2) an der Düsenplatte (3) und der Düseneinrichtung (4) begrenzt ist, die mit einer Mittelachse der Kapillare (9) jeweils einen Strömungswinkel im Bereich von 30° bis 45° bilden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

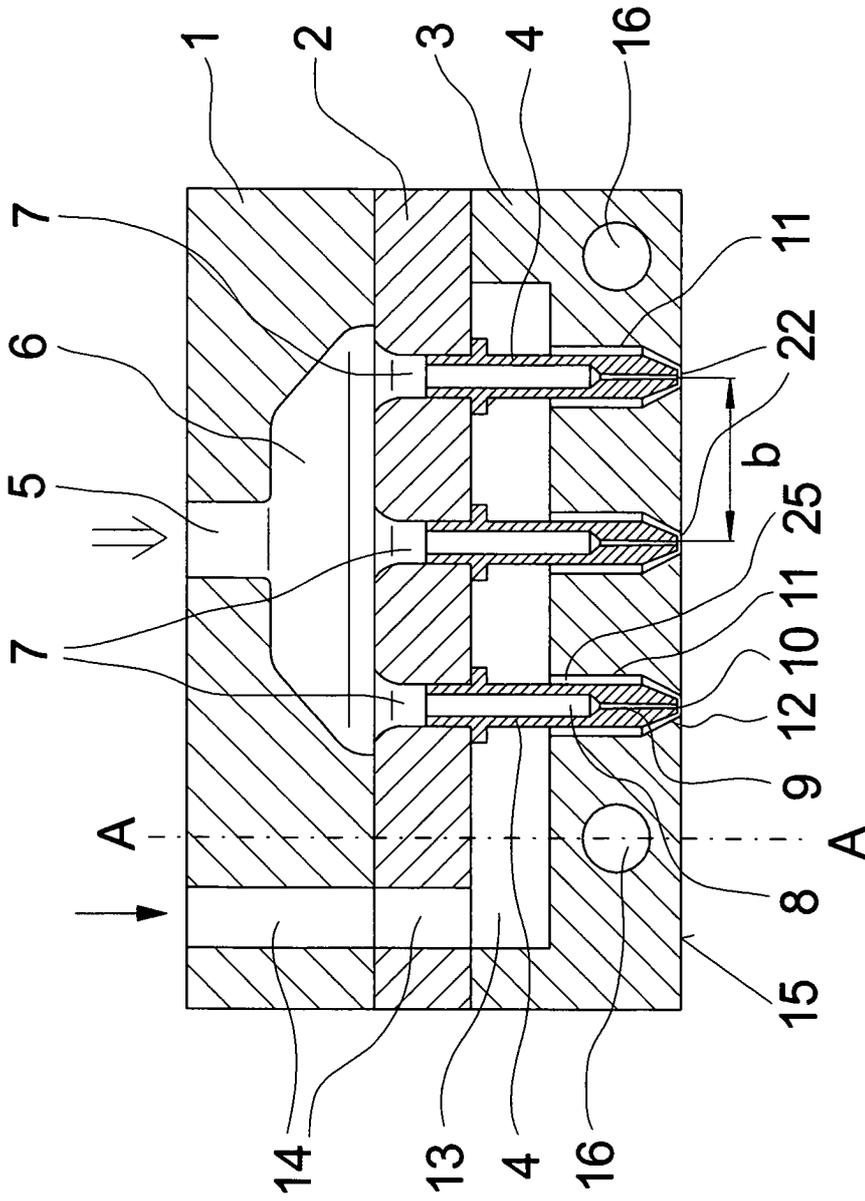


Fig.1.1

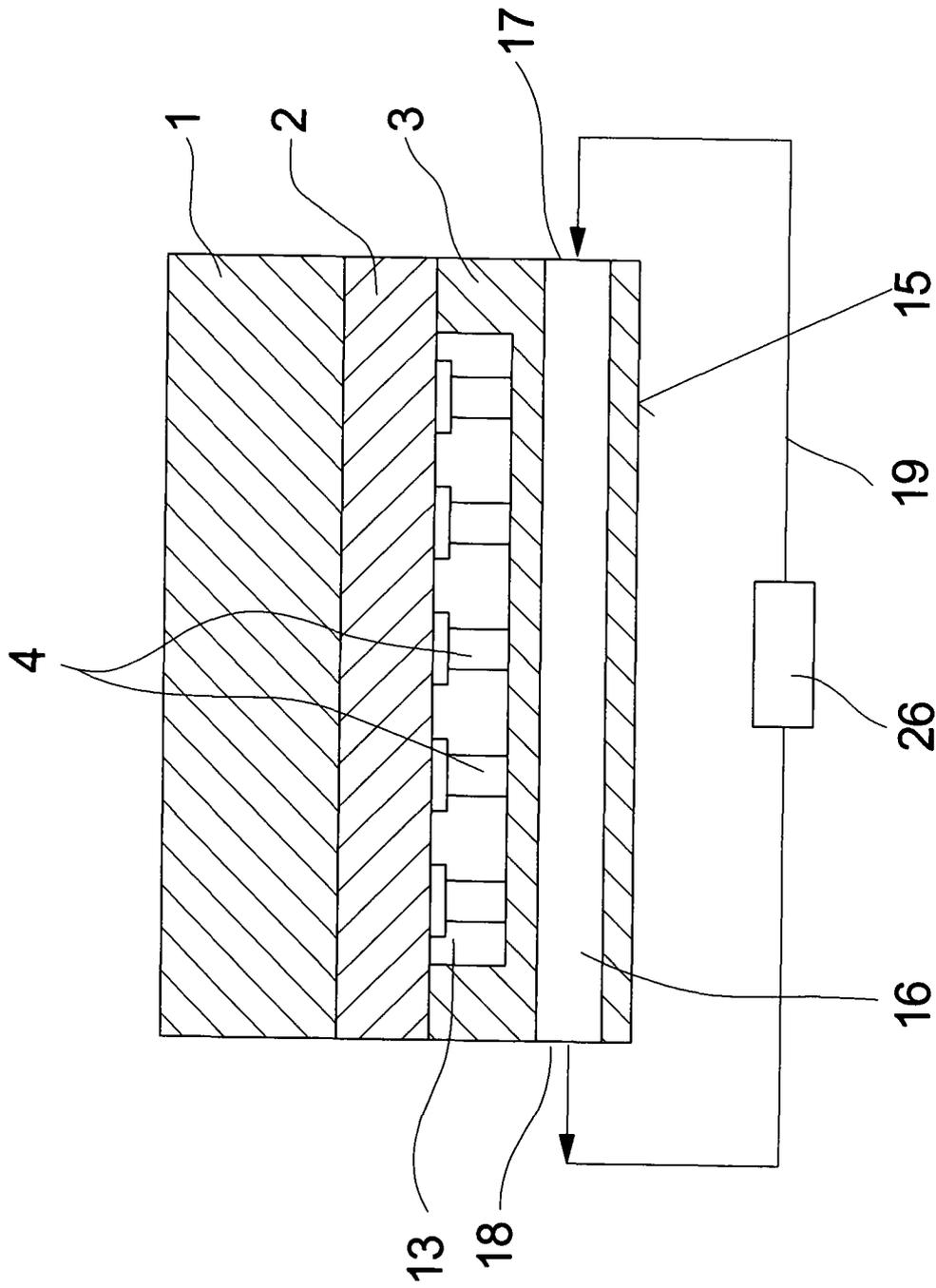


Fig.1.2

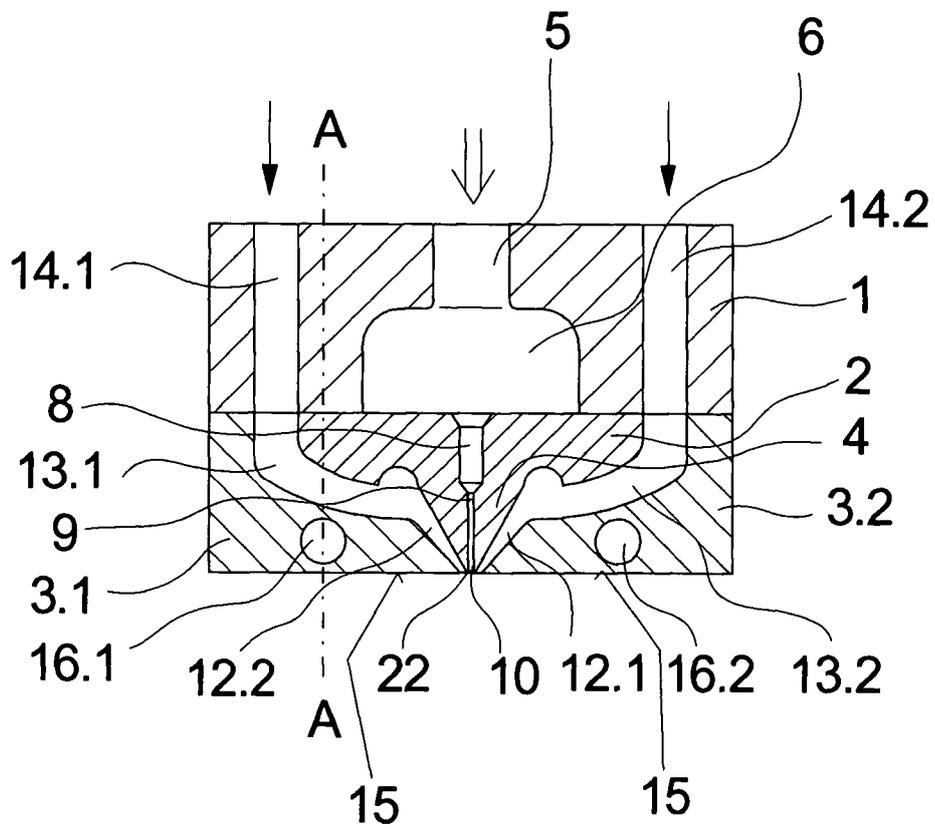


Fig.2.1

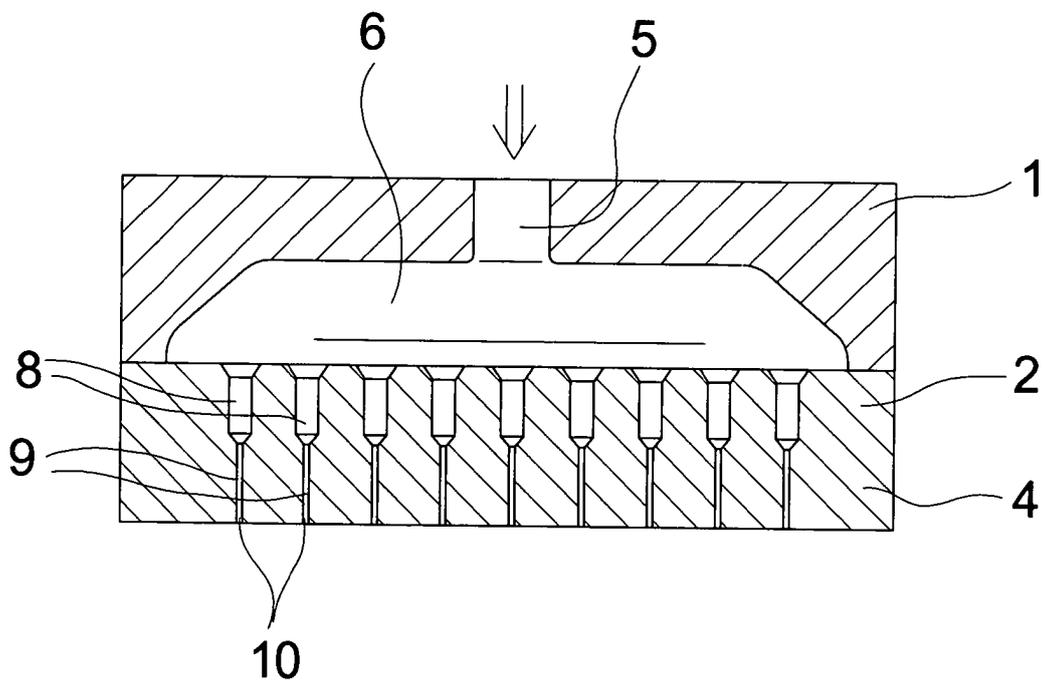


Fig.2.2

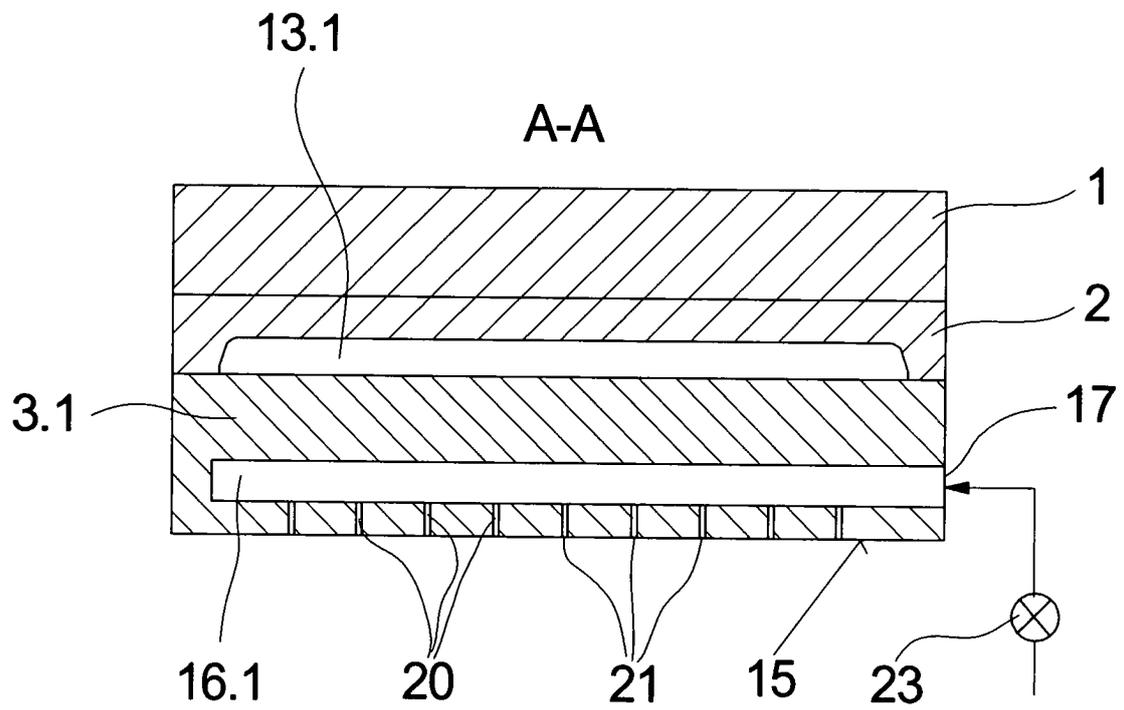


Fig.2.3

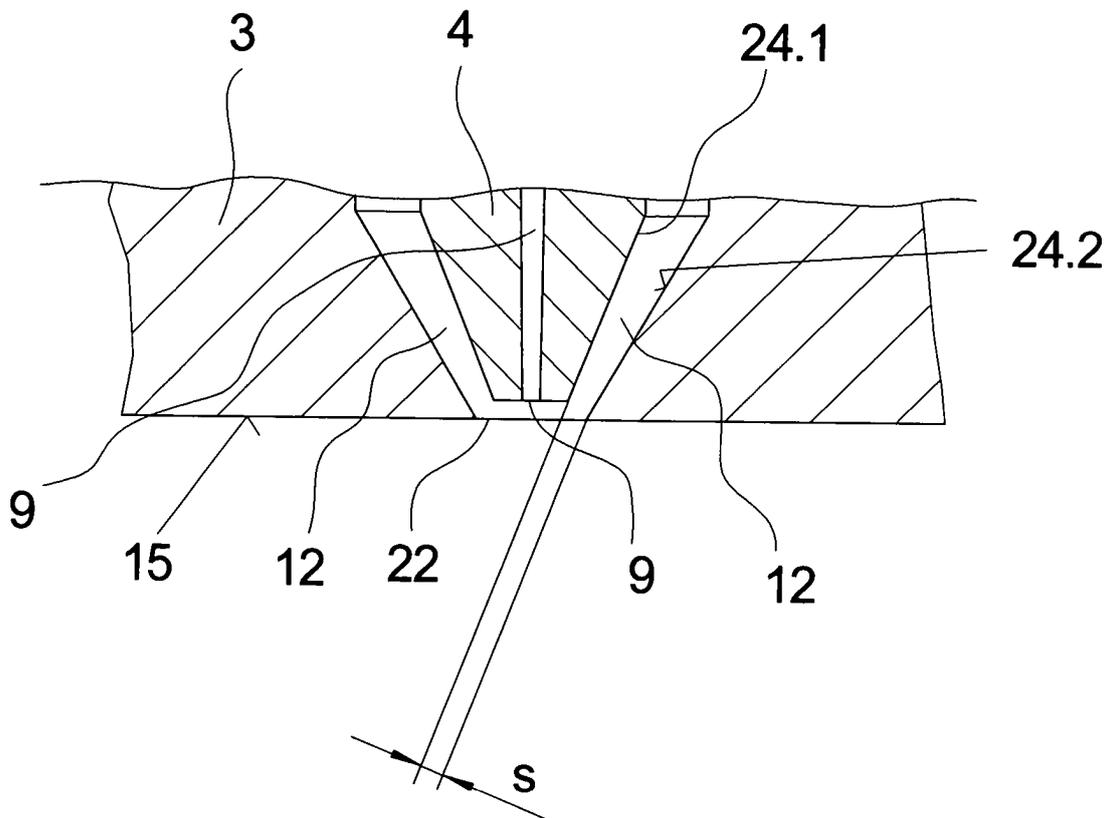


Fig.3