(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 600 06 497 T2** 2004.09.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 159 119 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 497.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/04671**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 914 675.4**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/51807**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.02.2000**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **08.09.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.12.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **12.11.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.09.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B29C 47/28**

(30) Unionspriorität:
**260706** **02.03.1999** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:
**Owens Corning, Toledo, Ohio, US**

(72) Erfinder:
**PENG, Hong, Pickerington, US**

(74) Vertreter:
**Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Querkopfdüse**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Querkopfdüse. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Querkopfdüse und ein Strömungskammersystem zum gleichzeitigen und gleichmäßigen Beschichten einer Anzahl von Drähten oder anderen langgestreckten, fadenförmigen Elementen mit geschmolzenen thermoplastischen Kunststoffen. Das System ermöglicht eine individuelle Einstellung des Kunstharzflusses zu jedem Formhohlraum, weist geringe Anschaffungskosten auf, ist leicht zu reinigen und zur Massenproduktion geeignet.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft die Klasse von Extrusionsgeräten, die allgemein als Querkopfdüsen bekannt sind. Ein oder mehrere elektrische Drähte oder andere langgestreckte, fadenförmige Elemente werden axial durch dieses Gerät bewegt, während ein fließfähiges Beschichtungsmaterial injiziert wird, so daß das Beschichtungsmaterial in einer oder mehreren im wesentlichen konzentrischen Schichten auf das/die fadenförmige(n) Elemente) aufgebracht wird, wenn dieses) das Gerät verläßt. Es ist dies die herkömmliche Art des Aufbringens von zum Beispiel einer Kunststoff-Isolierschicht auf eine elektrische Leitung.

[0003] Die Querkopfdüsentechnik wird normalerweise dazu benutzt, eine Isolierschicht zu erzeugen, die einen elektrisch leitenden Kernfaden umgibt. Eine dem Prozeß innewohnende Eigenschaft ist die gleichbleibende Fähigkeit, ein gleichmäßiges Querschnittflächenverhältnis zwischen Kern und Beschichtung zu erzeugen. Wegen dieser Fähigkeit wurde der Prozeß neuerdings zur Herstellung von zylindrischen Pellets übernommen, die lange Glasfaserkerne enthalten, die von einer thermoplastischen Matrix umgeben sind. Durch das gleichzeitige Beschichten von vielen Glasfasersträngen mit einer Mehrfach-Querkopfdüse können über 1000 lb/hr Verbundmaterial hergestellt werden. Die Erfindung revolutioniert die Herstellung von langfaserig verstärkten thermoplastischen Verbundmaterialien.

[0004] Qualitativ hochwertige Langfaser-Verbundmaterialien erfordern ein gleichbleibendes Massenverhältnis zwischen der Glasfaser und der thermoplastischen Matrix. Ein Massenverhältnis von 30 Prozent Glasfaser zu 70 Prozent thermoplastischem Kunstharz ist typisch für die Industrie. Die Querkopfdüsentechnik ergibt durch das Aufrechterhalten von stabilen Querschnittflächen und Dichten eine extrudierte, beschichtete, faserverstärkte Matrix, die in Pellets segmentiert werden kann. Diese Pellets weisen gleichbleibende Eigenschaften auf, was für die Herstellung von qualitativ hochwertigen Spritzguß- oder Formpreßprodukten sehr wichtig ist.

[0005] Die bekannten Querkopfdüsen weisen in der Regel eine Anzahl von Elementen auf, die zusammenwirkend in einer Axialbohrung des Körpers angeordnet sind, wobei der geschmolzene Kunststoff durch eine radiale Bohrung eingeführt wird. Die Elemente werden durch konisch zulaufende Paßflächen in der gewünschten Beziehung gehalten.

[0006] Durch das Vorsehen von mehreren Axialbohrungen im Körper und der Anzahl von Elementen können mehrere fadenförmige Elemente gleichzeitig beschichtet werden. Die axialen Kammern stehen mit einer zentralen Strömungskammer oder einem Verteiler über eine radiale Bohrung in Verbindung, um einen Teil des fließfähigen Kunstharzes aufzunehmen.

[0007] Die mit den bekannten Querkopfdüsen verbundenen Probleme umfassen zum Beispiel eine geringe Produktionsrate, eine ungleichmäßige Verteilung des Kunstharzflusses auf die einzelnen Anschlüsse, eine Stagnation des Flusses innerhalb der Strömungskammer, eine schwierige Reinigung und hohe Anschaffungskosten.

[0008] Querkopfdüsen mit einzelnen Axialbohrungen zum Beschichten von langgestreckten fadenförmigen Elementen weisen nur eine eingeschränkte Eignung zur Massenherstellung auf. Das Erfordernis nach höheren Produktionsraten führte zu der Einführung von komplizierteren Querkopfdüsen mit einer Anzahl von Hohlräumen, die von einer einzigen Strömungskammer versorgt werden.

[0009] Die Konstruktionen für die Strömungskammern von Querkopfdüsen mit mehreren Hohlräumen unterscheiden sich sehr stark. Allgemein bekannt sind die "Fischschwanz"- oder "Kopfhänger"-Konstruktionen, die jedoch Stagnationspunkte im Fluß des Kunstharzes hervorrufen. In den Stagnationspunkten kann sich das Kunstharz sammeln und aushärten, mit der Folge von verstopften Auslässen und kostspieligen Ausfällen. Bei der vorliegenden Erfindung werden Stagnationspunkte durch eine Strömungskammer mit einer kontinuierlichen linearen Strömung vermieden. Jeder radiale Auslaß wird längs eines linearen Strömungsweges versorgt, mit einem Kammerabschluß am letzten Auslaß. Am Ende der Kammer kann ein einziger Stagnationspunkt auftreten. Das Reinigen der Kammer an dieser Stelle und das Entfernen von ausgehärtetem Material wird durch das Entfernen einer Kunstharzfreigabeschraube erleichtert, die sich genau am potentiellen Stagnationspunkt befindet. Die Kammerkonstruktion mit einer linearen Strömung verringert sowohl die Häufigkeit einer erforderlichen Reinigung als auch die Schwierigkeit beim Ausführen einer solchen Wartungsarbeit.

[0010] Ein Nachteil einer Kammer mit linearer Strömung ist, daß der Druck des Kunstharzes längs des Strömungsweges abfällt, so daß in Strömungsrichtung weiter hinten gelegene radiale Anschlüsse weniger Fluß erhalten als in Strömungsrichtung weiter vorn liegende. Bei der vorliegenden Erfindung wird dieser Nachteil durch das Vorsehen von variablen Einschränkungsvorrichtungen oder Einstellschrauben an jedem Auslaß zum Ausgleichen des Flusses durch die einzelnen Auslässe kompensiert. Die Einstellschrauben erlauben eine individuelle Steuerung des Kunstharzflusses zu jedem Auslaß, wodurch je-

des fadenförmige Element gleich beschichtet wird.

[0011] Im allgemeinen ist es wünschenswert, die Anzahl der Elemente in einer Querkopfdüse minimal zu halten. Wie bei anderen strukturellen Anordnungen hat eine Verringerung der Teile normalerweise eine Verringerung der Anschaffungskosten, der Montage- und Demontagezeiten, der Häufigkeit von Ausfällen und des Ersetzens von Teilen zur Folge. Dabei wird jedoch natürlich vorausgesetzt, daß die Arbeitsgeschwindigkeit, die Qualität des fertigen Produkts und dergleichen nicht durch das Weglassen von bestimmten Elementen negativ beeinflußt wird. Insbesondere ist es beim Betreiben einer Querkopfdüse sehr wichtig, das geschmolzene Beschichtungsmaterial gleichmäßig um die sich axial bewegenden fadenförmigen Elemente zu verteilen.

[0012] Mit der vorliegenden Erfindung soll eine Querkopfdüsenanordnung mit vereinfachtem Aufbau und mit im allgemeinen geringeren Kosten geschaffen werden, die weniger Komponenten enthält und die leicht und schnell repariert werden kann und die nur ein Minimum an Reinigung erfordert, die jedoch zum gleichzeitigen Beschichten einer Anzahl von fadenförmigen Elementen bei einer Massenproduktion geeignet ist und die eine individuelle Steuerung des Kunstharzflusses zu jedem radialen Auslaß und jeder Axialbohrung aufweist.

[0013] Erfindungsgemäß wird eine Querkopfdüse zum Beschichten einer Anzahl von fadenförmigen Elementen mit thermoplastischem Kunstharz geschaffen, die umfaßt:

einen länglichen Hauptkörper;

eine in dem Hauptkörper angeordnete Strömungskammer, deren eines Ende mit dem Außenraum des Hauptkörpers in Verbindung steht und deren anderes Ende geschlossen ist;

eine Anzahl von mit der Strömungskammer in Verbindung stehenden Strömungsauslässen;

eine Anzahl von in dem Hauptkörper ausgebildeten Formhohlräumen, deren jeder mit einem Strömungsauslaß gegenüber der Strömungskammer in Verbindung steht; und

eine Anzahl von in den Formhohlräumen angeordneten Formelementen,

wobei die Querkopfdüse dadurch gekennzeichnet ist, daß die Außenseite eines Formelements und die Innenseite des entsprechenden Formhohlraums einen Kunststoff-Strömungsweg definieren.

[0014] Die DE 2 220 913A beschreibt zwar einen im wesentlichen ähnlichen Querkopfdüsenaufbau, der jedoch nicht das Merkmal des Kunstharz-Strömungsweges aufweist, der von der Außenseite eines Formelements und der Innenseite eines entsprechenden Formhohlraums gebildet wird.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform gibt ein Standard-Einschraubenextruder das thermoplastische Kunstharz an eine einzige zylindrische Strömungskammer ab. Die Strömungskammer steht über individuelle radiale Strömungsauslässe mit 12 Formhohlräumen in Verbindung, die sich unter der Kammer befinden. Die Strömungskammer ist an jedem Ende durch eine abnehmbare Endkappe verschlossen. Die in Strömungsrichtung untere Endkappe ist geneigt, um den Kunstharzfluß zu dem letzten radialen Auslaß zu richten, und weist eine verschließbare Durchgangsbohrung auf, die das Reinigen der Strömungskammer erleichtert. Während des normalen Betriebs verschließt eine Kunstharz-Freigabeschraube diese Bohrung. In jedem der 12 radialen Strömungsauslässe sitzt eine Einstellschraube zum Verändern der Querschnittfläche des Auslasses und damit der effektiven Einschränkung an jedem Auslaß. Die Axialbohrungen oder Formhohlräume sind zur Aufnahme eines zylindrischen Formkolbens zylindrisch ausgebildet. Der zylindrische Abstand zwischen dem Formkolben und dem Formhohlraum definiert einen Weg für den Kunstharzfluß. Der Strömungsweg verjüngt sich konisch zu dem Punkt hin, an dem das fadenförmige Element aus einer kleineren axialen Bohrung in der Mitte des Formkolbens austritt. Das Kunstharz wird auf das fadenförmige Element aufgebracht, während sich dieses durch den Formhohlraum bewegt, um einen Verbundmatrixstrang herzustellen. Durch die Strömungskammer wird der Kunstharzfluß gleichmäßig auf die einzelnen Formhohlräume verteilt. Die nachfolgende Bearbeitung des Verbundstranges kann das Kühlen und das Segmentieren in Pellets umfassen.

[0016] Weitere Merkmale und andere Aufgaben und Vorteile gehen aus der folgenden genauen Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen hervor. Es zeigen:

[0017] **Fig.** 1 eine Vorderansicht der Erfindung in einer Arbeitsumgebung mit einem Einschraubenextruder und einem Gatter mit Glasfaserpackungen;

[0018] **Fig.** 2 eine Aufsicht auf die Vorrichtung der **Fig.** 1;

[0019] **Fig.** 3 einen Längsschnitt durch die Strömungskammer und eine Anzahl von Strömungsauslässen und Formhohlräumen;

[0020] **Fig.** 4 eine Schnittansicht eines der Formhohlräume und der Formelemente; und

[0021] **Fig.** 5 eine Detail-Seitenansicht eines Formkolbens.

[0022] In den **Fig.** 1 und 2 ist zur Bearbeitung durch die Querkopfdüse **20** auf einem Gatter **10** wenigstens eine Glasfaserpackung oder Spule **12** angeordnet. Jeder Glasfaserstrang **14**, der vorzugsweise aus einer Vielzahl von Fäden besteht, wird durch eine Strangführung **16** gezogen. Die Strangführung **16** richtet die Glasfaserstränge **14** für den Durchlauf durch die Querkopfdüse **20** mit einem erfindungsgemäßen Aufbau aus.

[0023] Die Faserverstärkung, die zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung geeignet ist, kann aus einer großen Vielzahl von Materialien ausgewählt werden. Die hauptsächliche Einschränkung ist die, daß sich die Faser nicht vor dem Erreichen der Prozeßtemperatur für das als Matrixmaterial ausgewählte Kunstharz zersetzen darf. Glasfasern wie PER-

FORMAX™, Kohlenstofffasern und Aramidfasern werden bevorzugt. Kontinuierliche Faserstücke in der Form eines Vorgarns, einer Spule oder einer Glasfaserpackung werden ebenfalls bevorzugt.

[0024] Das/die fadenförmige(n) Glasfaserelement(e) können verschiedene Formen aufweisen. Das bevorzugte Material ist PERFORMAX™, eine Handelsmarke der Owens-Corning Fiberglas Technology Inc. PERFORMAX™ wird als Spulenpackung **12** in Bandform gehandelt. Das Einrollen des 1,6 bis 12,7 mm (1/16 bis 1/2 Zoll) breiten Bandes zu einer Rolle mit einem Durchmesser von etwa 0,8 bis 3,2 mm (1/32 bis 1/8 Zoll) bildet das fadenförmige Element **14**. Das Einrollen erfolgt, wenn das Element in die axiale Bohrung 34 im Formkolben eingezogen wird. Im Gegensatz zu der Beschichtung eines elektrischen Leiters braucht sich bei dem fertig beschichteten Verbundstrang **22** das fadenförmige Element nicht genau in der axialen Mittellinie des beschichteten Stranges **22** befinden. Ein typischer beschichteter Strang **22** hat einen Durchmesser von 1,6 bis 6,4 mm (1/16 bis 1/4 Zoll) und weist einen Glasfasergehalt von 20 bis 70 Gew.-% auf. 30 Prozent sind typisch. Der beschichtete Strang **22** kann für die nachfolgende Verwendung beim Formpreß- oder Spritzgießen in 6,4 bis 25,4 mm (1/4 bis 1 Zoll) lange Pellets geschnitten werden.

[0025] Geeignete thermoplastische Kunstharze zum Ausbilden der kontinuierlichen thermoplastischen Matrix sind allgemein bekannt. Zum Beispiel können Polyolefine wie Polypropylen verwendet werden. Es kann auch Polyester, PVC, Polykarbonat, eine Polykarbonat/ABS-Verbindung (wie CYCOLOY®) und ein Polyamid wie NYLON™ verwendet werden. Thermoplastische Kunststoffe hoher Leistungsfähigkeit, die sogenannten Hochtechnologiekunststoffe, wie Polyether-Ether-Keton (PEEK) und Polyetherimid (wie ULTEM®) und Polyphenylen-Diketon (PPDK) sind ebenfalls geeignet.

[0026] Das thermoplastische Kunstharz wird in den Kunstharz-Zuführtrichter **24** eingefüllt und durch einen Einschraubenextruder **18** oder dergleichen in ein geschmolzenes Zuführmaterial umgewandelt.

[0027] Allgemein enthält das der Querkopfdüse **20** zugeführte Material im Bereich von etwa 20 bis etwa 70 Gewichtsprozent Verstärkungsfasern **14**, wobei der Rest der Zuführung aus dem thermoplastischen Matrixmaterial besteht. Vorzugsweise umfaßt die Querkopfdüse **20** elektrische Widerstandsheizer **36**, **37** und wird im wesentlichen auf einer Temperatur im Bereich von etwa 170°C bis etwa 350°C gehalten. Die typischen Temperaturen reichen von etwa 180°C bis etwa 300°C. Funktionell gesprochen wird die Düse **20** auf einer Temperatur gehalten, die ausreicht, bei den in der Düse herrschenden Drücken das Polymer ausreichend zu erweichen, um die verstärkenden Fasern zu benetzen und eine kontinuierliche thermoplastische Matrix ohne sichtbare Lücken oder Risse zu bilden. Gewöhnlich wird die Düse **20** bei einer Temperatur im Bereich von etwa 10°C bis etwa 100°C über dem Erweichungspunkt des ausgewählten Polymers gehalten. Zum Überwachen und Steuern der Temperatur der Düse **20** werden ein oder mehrere Thermoelemente **35** oder gleichwertige Temperaturmeßeinrichtungen verwendet.

[0028] Wie in den **Fig.** 3 und 4 gezeigt, umfaßt die Querkopfdüse **20** einen Düsenkörper **25**. Der Düsenkörper **25** ist ein länglicher Block, vorzugsweise aus Edelstahl oder einem anderen, korrosions- und temperaturfesten, bearbeitbaren Material. Ein wesentliches Merkmal des Düsenkörpers **25** ist die über seine ganze Länge verlaufende Strömungskammer **38**. Wie sowohl in der **Fig.** 3 als auch in der **Fig.** 4 gezeigt, ist die Strömungskammer **38** ein zylindrischer Durchgang durch die volle Länge des länglichen Blocks des Düsenkörpers **25**. Die Strömungskammer **38** ist an beiden Enden des Düsenkörpers **25** offen.

[0029] In der Strömungskammer **38** sind zwei Endkappen **27** und **28** angeordnet. Die einlaßseitige Endkappe **27** weist einen zylindrischen Vorsprung mit etwa dem Durchmesser der Strömungskammer **38** und einen Flansch auf, der sich über den Durchmesser der Strömungskammer hinaus erstreckt. Der zylindrische Vorsprung ist konzentrisch zu der Kammer in die Strömungskammer **38** eingesetzt. Der äußere Flansch wird dazu verwendet, die Endkappe **27** mit Schrauben oder dergleichen am Düsenkörper **25** zu befestigen. Die Endkappe **27** ermöglicht über eine Einlaßbohrung **29**, die konzentrisch zur Strömungskammer angeordnet ist, eine Verbindung zwischen der Strömungskammer **38** und dem Äußeren des Düsenkörpers **25**. Das thermoplastische Kunstharz wird vom Extruder **18** zu der Einlaßbohrung **29** geliefert und strömt wie gezeigt durch die Strömungskammer **38**.

[0030] Gegenüber der einlaßseitigen Endkappe **27** ist in der Strömungskammer **38** die Reinigungs-Endkappe **28** angeordnet. Ähnlich wie die einlaßseitige Endkappe **27** weist die Reinigungs-Endkappe **28** einen zylindrischen Vorsprung mit etwa dem Durchmesser der Strömungskammer **38** und einen Flansch auf, der größer ist als die Kammer. Der zylindrische Vorsprung weist zwei besondere Merkmale auf, eine geneigte Fläche **31** und eine mit einem Gewinde versehene Reinigungsöffnung **23**. Der zylindrische Vorsprung ist so in die Strömungskammer **38** eingesetzt, daß die geneigte Fläche **31** so gerichtet ist, daß Kunstharz in den angrenzenden Kunstharz-Strömungsauslaß **40** gelenkt wird. Die Reinigungsöffnung **23** ist parallel zum zylindrischen Vorsprung angeordnet und verläuft in der Mitte des kleinsten Querschnitts der geneigten Fläche **31** durch den zylindrischen Vorsprung der Reinigungs-Endkappe **28**. Die Endkappe **28** ist so angeordnet, daß der kleinste Querschnitt an den Strömungsauslaß **40** angrenzt. Durch diese Anordnung befindet sich die Reinigungsöffnung **23** neben dem Kunstharz-Strömungsauslaß **40**, wo sich stagnierendes oder erhärtetes Kunstharz sammelt. Die Reinigungsöffnung **23** ist mit einem zu einer Kunstharz-Freigabeschraube **26** passenden

Gewinde versehen, die die Reinigungsöffnung im normalen Betrieb verschließt. Die Reinigungs-Endkappe **28** ist über den externen Flansch mittels Schrauben oder dergleichen am Düsenkörper **25** befestigt.

[0031] Mit der Strömungskammer **38** steht eine Anzahl von radial gerichteten Kunstharz-Strömungsauslässen **40** in Verbindung. In der **Fig.** 3 sind 12 solcher Strömungsauslässe **40** gezeigt, die über die ganze Länge der Strömungskammer **38** linear in gleichen Abständen angeordnet sind. Die Achsen der Strömungsauslässe **40** verlaufen parallel zueinander und senkrecht zur Achse der Strömungskammer **38** und sind auf die Formhohlräume **30** gerichtet. Im Betrieb bilden die Strömungsauslässe **40** zwölf individuelle Strömungswege für das thermoplastische Kunstharz von der Strömungskammer **38** zu den Formhohlräumen **30**.

[0032] Die **Fig.** 4 zeigt einen Querschnitt durch einen der Formhohlräume **30** des Düsenkörpers **25**. Die Strömungskammer **38** liegt senkrecht zu der Ebene, die durch die Seite der Zeichnung gebildet wird. Der Strömungsauslaß **40** ist radial von der Strömungskammer **38** weg und vertikal nach unten zu dem Formhohlraum **30** gerichtet. Der Formhohlraum **30** ist eine zylindrische Kammer durch den Düsenkörper **25**, deren Achse senkrecht zu sowohl der Strömungskammer **38** als auch dem Strömungsauslaß **40** liegt. Über die Länge des Düsenkörpers **25** sind 12 Formhohlräume **30** so angeordnet, daß ihre Achsen mit den Achsen der Strömungsauslässe **40** zusammentreffen. Die einzelnen Formhohlräume erstrecken sich vollständig durch den Düsenkörper **25**.

[0033] Zwischen der Strömungskammer **38** und dem Formhohlraum **30** befindet sich ein kleiner zylindrischer Einstellhohlraum **48**. Der Einstellhohlraum **48** erstreckt sich von der Rückseite des Düsenkörpers **25** nach vorn, schneidet den Strömungsauslaß **40** und endet jenseits des Strömungsauslasses, ohne sich ganz durch den Düsenkörper zu erstrecken. Der Einstellhohlraum **48** liegt parallel zum Formhohlraum **30** und ist mit einem Gewinde für die Aufnahme einer Einstellschraube **42** versehen. Im Betrieb wird die Einstellschraube **42** so in den Einstellhohlraum **48** eingesetzt, daß das Ende der Einstellschraube in den Querschnitt des Strömungsauslasses **40** ragt. Durch Verändern der Einschraubtiefe der Einstellschraube **42** kann der Strömungswiderstand in den einzelnen Strömungsauslässen **40** so verändert werden, daß der Kunstharzfluß zu jedem der Formhohlräume **30** gleich ist.

[0034] Die Einrichtung zur Veränderung des Widerstandes jedes der Strömungsauslässe ist nicht auf einen Einstellhohlraum **48** und eine Einstellschraube **42** beschränkt. Es kann jede An von variabler Einschränkung angewendet werden. Zum Beispiel kann eine Verstelldüse, ein Schieber, ein Regelventil, ein federbelastetes Ventil oder ein Ventil mit einer flexiblen Membran verwendet werden.

[0035] Die kompletten Formhohlräume werden ausgebildet, wenn der Düsenkopf **44** am Düsenkörper **25** angebracht wird. Der zylindrische Formhohlraum **30** ist zu dem konischen Formhohlraum **46** ausgerichtet, um einen kompletten Formhohlraum mit einem sich verjüngenden Ende zu bilden. Der Düsenkopf **44** ist so angrenzend an den Düsenkörper **25** angebracht, daß der konische Formhohlraum **46** zum Formhohlraum **30** konzentrisch ist. Der Düsenkopf **44** ist mit Schrauben oder dergleichen so am Düsenkörper **25** angebracht, daß aus dem fertigen Formhohlraum kein Kunstharz austritt. Am sich verjüngenden Ende des konischen Formhohlraums **46** befindet sich eine konzentrische Ausgangsöffnung **39** im Düsenkopf **44**.

[0036] In jedem kompletten Formhohlraum befindet sich ein Formkolben **32**. Der Formkolben **32** weist einen zylindrischen Formkolbenkörper **56** mit einer konischen Formspitze **54** auf. Der Formkolben **32** ist konzentrisch zum Formhohlraum **30** und zum konischen Formhohlraum **46** angeordnet und wird von einer Befestigungsplatte **33** gehalten, die gegenüber dem Düsenkopf **44** am Düsenkörper **25** angebracht ist. Die Befestigungsplatte **33** ist mit Schrauben oder dergleichen am Düsenkörper **25** befestigt und so angeordnet, daß eine durch die Platte **33** verlaufende Eingangsöffnung **41** konzentrisch zum Formhohlraum **30** liegt. Nach dem Einbau in den fertigen Formhohlraum ist die konische Formspitze **54** des Formkolbens **32** so angeordnet, daß der Abstand zwischen der Außenseite des Formkolbens **56**, **54** und den Innenwänden des Formhohlraums **30**, **46** einen umlaufenden Strömungsweg bildet, der sich konisch zur Ausgangsöffnung **39** verjüngt.

[0037] Die **Fig.** 5 zeigt den Aufbau des Formkolbens **32** im Detail. Der zylindrische Körper des Formkolbens weist drei Durchmesser auf. Der Hauptdurchmesser ist größer als der des Formhohlraums **30** und wird als Anschlag verwendet, wenn der Formkolben in eine Schulterbohrung eingesetzt wird, die von hinten in den Düsenkörper **25** eingearbeitet ist. Der mittlere Durchmesser ist im wesentlichen gleich dem Durchmesser des Formhohlraums **30** und wird dazu verwendet, den Kolben konzentrisch im Formhohlraum anzuordnen. Der kleinere Durchmesser, der Kolbenkörper **56**, ist konzentrisch zum Formhohlraum **30** und legt im Zusammenwirken mit dem Formhohlraum einen zylindrischen Strömungsweg fest. Der Kunstharzfluß wird durch eine nach innen gekrümmte Strömungsführung **52**, die am Übergang vom Kolbenkörper 56 zum mittleren Durchmesser des Formkolbens **32** ausgebildet ist, auf die Ausgangsöffnung **39** gerichtet.

[0038] Der Bewegungsweg des langgestreckten fadenförmigen Glasfaserstranges **14** wird durch ein zylindrisches Kolbenloch **34** festgelegt, das längs dessen Längsachse durch den Formkolben **32** gebohrt ist. Der Eingang zu diesem Kolbenloch **34** kann abgeschrägt sein, wie es durch die Lochabschrägung **50** gezeigt ist, um Schäden am Glasfaserstrang **14** zu vermeiden. Der bevorzugte Glasfaserstrang **14** ist

wie ein Band geformt. Dieses Band wird durch das Kolbenloch **34** beim Eintreten des Stranges **14** in das Kolbenloch **34** an der Lochabschrägung **50** zu einer Rolle eingerollt. Die Lochabschrägung **50** verringert die Beanspruchung der Glasfasern beim Einrollen des Bandes.

[0039] Die beschichteten Stränge **22** werden von der Querkopfdüse **20** durch eine Abzieheinrichtung wie eine der gemeinhin bei Querkopfdüsenbearbeitungen verwendeten Greif-Abzieheinrichtungen abgezogen. Alternativ kann ein rotierender Formkern verwendet werden, auf den das Material aufgespult wird oder der dazu verwendet werden kann, eine Faserwicklung auf einen faserverstärkten thermoplastischen Gegenstand aufzubringen. Wenn der Formkern eine Spule trägt, wird das aufgenommene Material in der Regel als Prepreg bezeichnet, das dann in Pellets geschnitten und formpreß- oder spritzgegossen werden kann, um langfaserige Verbundstoffe mit großer struktureller Festigkeit zu ergeben. Außerdem können zusätzlich zwischen der Düse **20** und den Abzieheinrichtungen Einrichtungen zum Abkühlen oder anderweitigen Nachbehandeln des beschichteten Stranges/der beschichteten Stränge **22** vorgesehen werden.

[0040] An den Außenseiten des Düsenkörpers **25** angebrachte elektrische Widerstandsheizer heizen den Düsenkörper auf. Die **Fig.** 3 und die **Fig.** 4 zeigen beide obere und untere Heizer **36** und **37**. Ein optionaler Aufbau umfaßt eine Anzahl von elektrischen Widerstandsheizern, die in einen oder mehrere Querdurchgänge eingesetzt sind, die sich durch den Düsenkörper **25** erstrecken. Am Düsenkörper **25** sind zur Überwachung und zur Steuerung der Düsentemperatur ein oder mehrere Thermoelemente **35** angebracht.

[0041] Im Betrieb wird der Glasfaserstrang **14** mit einer Geschwindigkeit durch die Querkopfdüse **20** gezogen, die im allgemeinen im Bereich von etwa 3 bis zu etwa 195 Zoll/Sekunde liegt und gewöhnlich im Bereich von etwa 6 bis etwa 60 Zoll/Sekunde. Die Verweilzeit in der Querkopfdüse **20** liegt im allgemeinen im Bereich von etwa 0,015 Sekunden bis zu etwa 1 Sekunde, sie variiert mit dem Querschnitt des Artikels und dem Erweichungspunkt des verwendeten Kunstharzes. Die Düse **20** befindet sich auf einer ausreichend hohen Temperatur, um die thermoplastische Matrix zu erweichen, und die Ausgangsöffnung **39** ist ausreichend klein, um die Matrix in einen gleichmäßig beschichteten Strang **22** umzuformen. Vorzugsweise wird der die Düse **20** verlassende beschichtete Strang **22** durch eine Kühleinrichtung gekühlt, zum Beispiel durch ein Wasserkühlbad, so daß die Querschnittkonfiguration der Ausgangsöffnung **39** in dem Produkt wiedergegeben wird, das auf einem Formkern aufgenommen wird.

[0042] Auf das Gestell **10** können neue Glasfaserpackungen **12** aufgesetzt und in das Kolbenloch **34** eingefädelt werden, während der Prozeß weiterläuft. Die axiale Bewegung des ursprünglichen Stranges **14** zieht den zweiten Strang in den Durchgang, woraufhin der ursprüngliche Strang dann abgeschnitten wird. Ein üblicheres Verfahren zum Einführen einer neuen Glasfaserpackung **12** ist das Verspleißen des hinteren Endes der ursprünglichen Packung mit dem vorderen Ende der neuen Glasfaserpackung. Vorzugsweise werden als Spleißmaterial Stücke der thermoplastischen Matrix verwendet, so daß das fertige Verbundmaterial keine fremden Verunreinigungen enthält. Zum Ersetzen der Glasfaserpackungen **12** ist keine Prozeßunterbrechung erforderlich.

[0043] Der Düsenkörper **25** wird am besten aus einem Stück hergestellt. Die Strömungskammer **38**, die Formhohlräume **30** und die Einstellhohlräume **48** können in die Oberfläche des Düsenkörpers **25** eingebohrt werden. Die Strömungsauslässe **40** gehen jedoch radial von der Strömungskammer **38** aus. Da die Strömungsauslässe, wie es in der **Fig.** 4 gezeigt ist, nicht leicht in der Strömungskammer **38** ausgebildet werden können, können sie durch radiales Bohren von der Außenseite des Düsenkörpers **25** durch die Strömungskammer **38** in die Formhohlräume **30** hergestellt werden. Die sich ergebenden radialen Bohrungen, die eine Verbindung zwischen der Strömungskammer **38** und der Außenseite des Düsenkörpers **25** herstellen, werden dann so verschlossen, daß keine Verbindung möglich ist.

[0044] Alternativ kann der Düsenkörper **25** aus zwei Abschnitten aufgebaut werden (nicht gezeigt). Der obere Abschnitt umfaßt die Strömungskammer **38** und der untere Abschnitt die Formhohlräume **30**. Die Einstellhohlräume **48** können sich im oberen oder unteren Abschnitt befinden. Der obere und der untere Abschnitt des Düsenkörpers **25** sind so befestigt, daß die Strömungsauslässe **40** durch eine fehlerhafte Ausrichtung nicht eingeschränkt werden. Zum Befestigen der beiden Abschnitte können Schrauben oder dergleichen verwendet werden.

[0045] Alle Komponenten der Querkopfdüse **20** sind so befestigt, daß zwischen den Elementen kein thermoplastisches Kunstharz austreten kann, ausgenommen dort, wo es in der vorliegenden Beschreibung oder den diesbezüglichen Zeichnungen angegeben ist.

## Patentansprüche

1. Querkopfdüse (**20**) zum Beschichten einer Anzahl von fadenförmigen Elementen (**14**) mit thermoplastischem Kunstharz, mit

einem länglichen Hauptkörper (**25**);

einer in dem Hauptkörper angeordneten Strömungskammer (**38**), deren eines Ende (**27**) mit dem Außenraum des Hauptkörpers in Verbindung steht und deren anderes Ende (**28**) geschlossen ist;

einer Anzahl von mit der Strömungskammer in Verbindung stehenden Strömungsauslässen (**40**);

einer Anzahl von in dem Hauptkörper ausgebildeten Formhohlräumen (**30**), deren jeder mit einem Strömungsauslaß gegenüber der Strömungskammer in

Verbindung steht; und mit
einer Anzahl von in den Formhohlräumen angeordneten Formelementen (**32**),
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Außenseite eines Formelements und die Innenseite des entsprechenden Formhohlraums einen Kunststoff-Strömungsweg definieren.

2. Querkopfdüse nach Anspruch 1, wobei einer der Strömungsauslässe (**40**) eine individuelle Vorrichtung zum Einstellen der Strömungsbegrenzung aufweist, die sich nur durch den Strömungsauslaß erstreckt.

3. Querkopfdüse nach Anspruch 2, wobei die individuelle Vorrichtung zum Einstellen der Strömungsbegrenzung eine Einstellschraube (**42**) ist.

4. Querkopfdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Formelement (**32**) innerhalb jedes Formhohlraums (**30**) ein seine gesamte Länge durchsetzendes axiales Loch (**34**) aufweist.

5. Querkopfdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der längliche Hauptkörper (**25**) aus zwei Abschnitten besteht, von denen einer im wesentlichen die Strömungskammer (**38**) und der andere im wesentlichen die Formhohlräume (**30**) trägt.

6. Querkopfdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das geschlossene Ende (**28**) der Strömungskammer (**38**) zum benachbarten Strömungsauslaß (**40**) hin geneigt ist und eine verschließbare Öffnung (**23**) aufweist, so daß sich die Strömungskammer reinigen läßt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

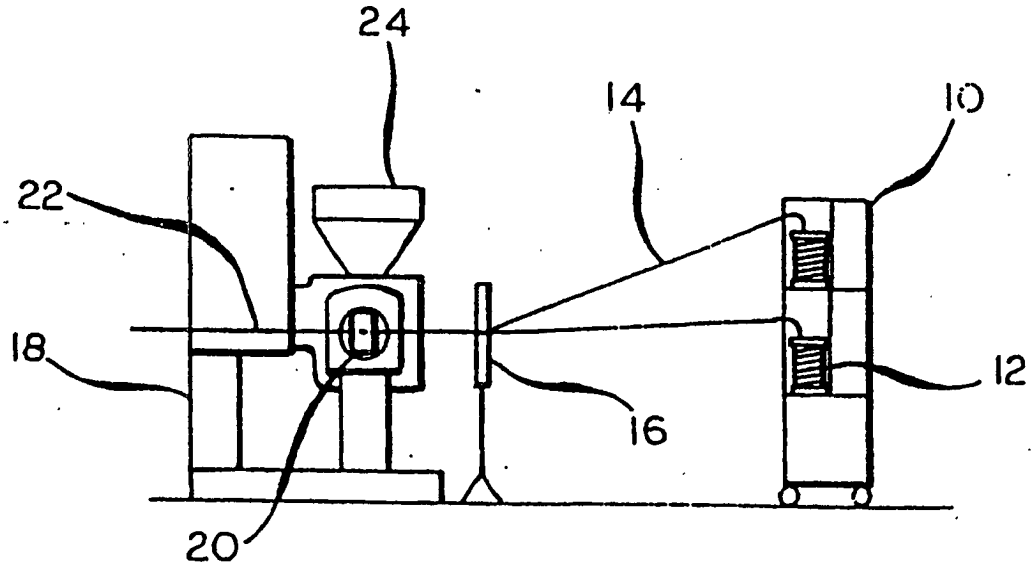



FIG. 1

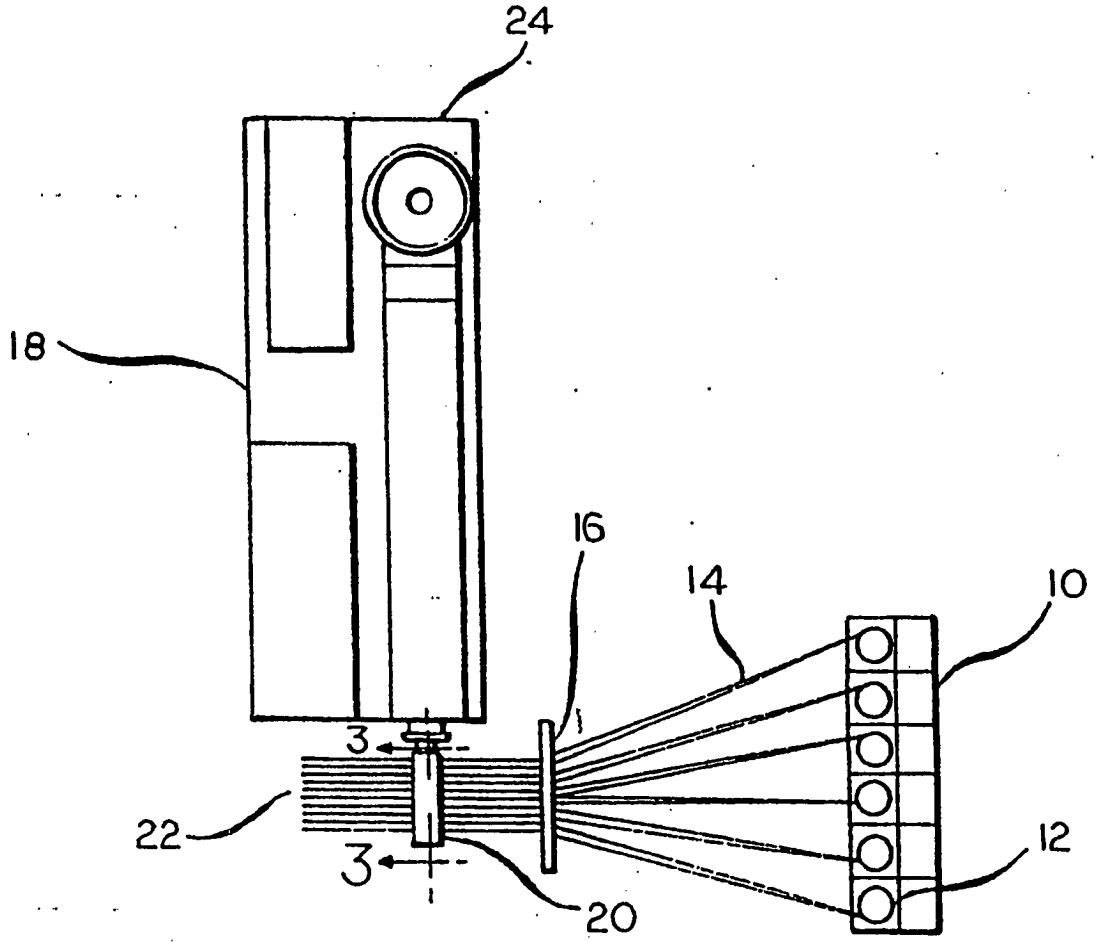
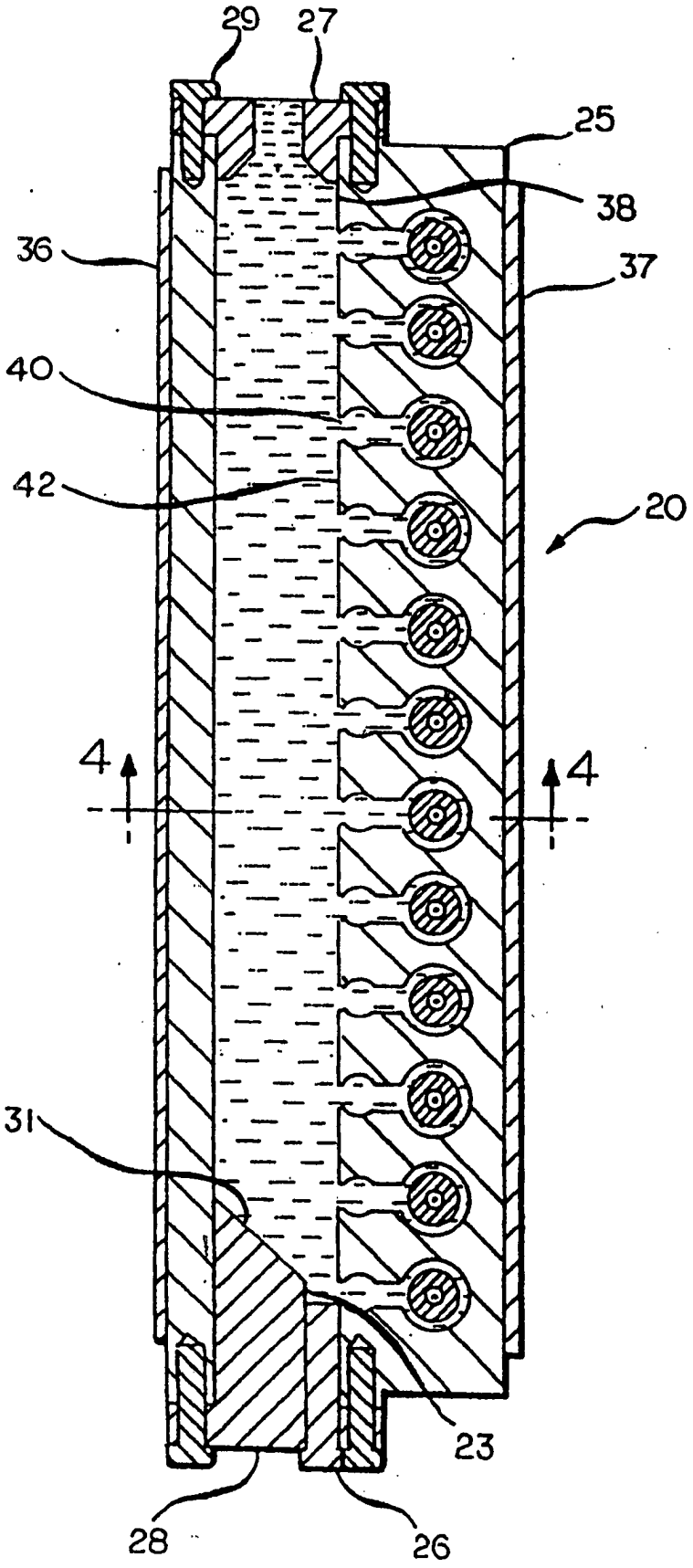



FIG. 2

FIG. 3



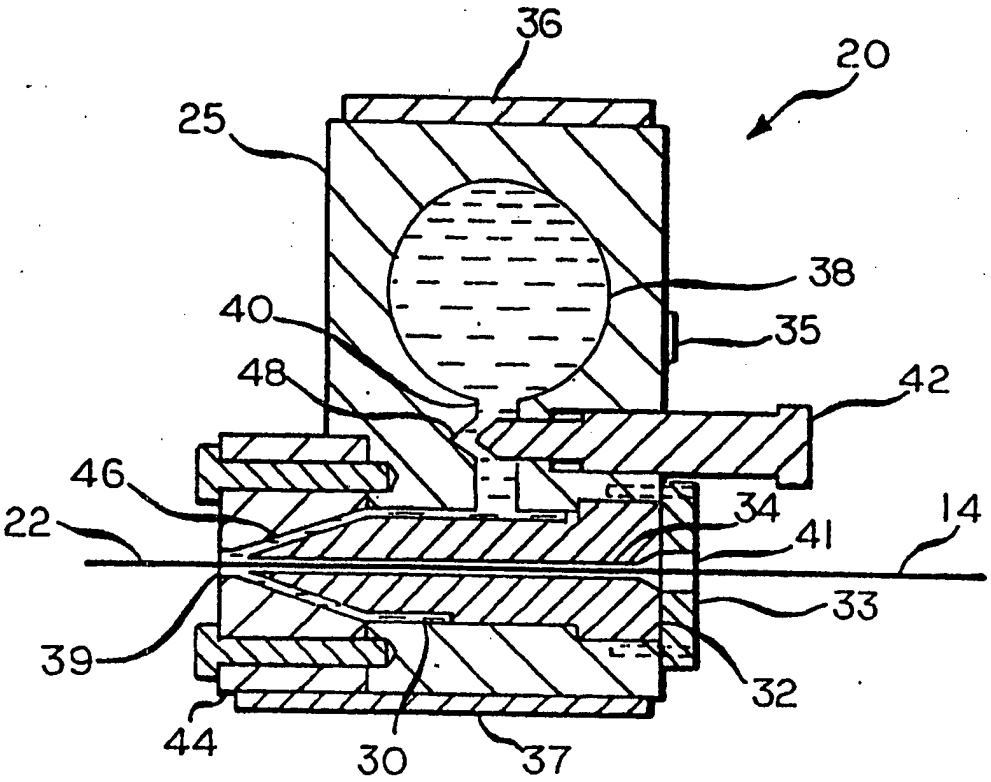

36
20
25
38
40
35
48
42
46
34
22
41
14
33
39
32
44
30
37

FIG. 4

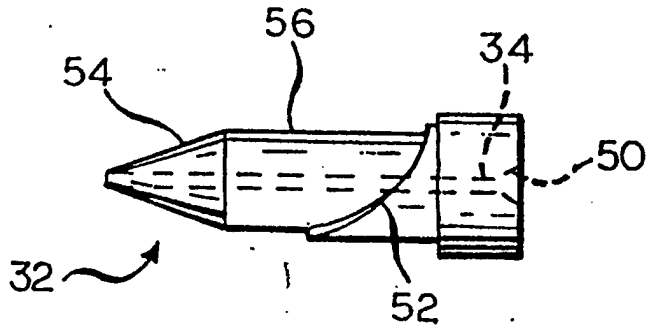

56
34
54
50
32
52

FIG. 5