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

(10) **DE 603 02 317 T2** 2006.06.01

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 426 339 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 02 317.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 012 450.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **30.05.2003**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.06.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **16.11.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***C03B 37/012*** (2006.01)
C03B 37/027 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
309852 **04.12.2002** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR

(73) Patentinhaber:
Fitel USA Corp. (a Delaware Corp.), Norcross, Ga., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Fletcher III, Joseph P., Marietta, Georgia 30068, US; Miller, Thomas J., Alpharetta, Georgia 30022, US; Rennell, Jr., John Ambrose, Suwanee, Georgia 30024, US; Smith, Don Hartman, Atlanta, Georgia 30345, US; Bauer, Peter, 63533 Mainhausen, DE; Cibis, Norbert, 63796 Kahl/Main, DE; Sattmann, Ralph, 63739 Aschaffenburg, DE; Sowa, Rene, 06774 Pouch, DE

(54) Bezeichnung: **Stab-in-Rohr Vorform für optische Fasern und Verfahren zum Herstellen und Ziehen dergleichen**

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

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Vorformen optischer Fasern und ihre Herstellung und insbesondere auf solche Vorformen der Stab-in-Röhre- (RIT-) Varietät. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser unter Verwendung einer RIT-Vorform.

Erörterung der bekannten Technik

[0002] Optische Fasern zur Daten- und Informationsübertragung werden gewöhnlich durch ein Einführen eines Endes eines Glasfaservorformstabes in die Mündung eines Vertikalfaserziehofens und ein Erhitzen des eingeführten Endes des Stabes erzeugt, wenn derselbe sich in eine Heißzone des Ofens hinunterbewegt. Ein weicher Glastropfen wird an dem Ende des Stabes gebildet, aus dem dann eine optische Faser gezogen wird. Der Vorformstab selbst kann z. B. durch einen modifizierten Chemische-Aufdampfung- (MCVD-) Prozess erzeugt werden, durch den der Stab eine Brechungskernregion, die sich bezüglich des Stabes axial erstreckt, und eine Mantelregion erhält, die die Kernregion umgibt. Siehe U.S.-Patentschrift 4,217,027 (12. August 1980), von der alle relevanten Abschnitte hier durch Bezugnahme aufgenommen sind.

[0003] Wie es in dem '027 Patent offenbart ist, umfassen Vorformstäbe, die durch den MCVD-Prozess erzeugt sind, den Durchgang von Gasen, wie z. B. $SiCl_4$ und $GeCl_4$ axial durch eine hohle Silikaglasröhre. Die Röhre wird um ihre Achse gedreht und gleichzeitig von außen durch einen Brenner erhitzt, während die Gase in der Röhre durchströmen, wodurch bewirkt wird, dass eine Schicht von Glaspartikeln von Submikrometergröße an dem Innenumfang der Röhre abgelagert wird. Durch ein wiederholtes Bewegen des Brenners entlang der Längsrichtung der Röhre werden mehrere Schichten von Glaspartikeln in der Röhre abgelagert. Wenn eine bestimmte Anzahl von Schichten gebildet ist, wird die Röhre erneut erhitzt, bis dieselbe weich wird und zu der Form eines massiven Stabes zusammenfällt, wobei die abgelagerten Glaspartikel die Kernregion bilden und die zusammengefallene Glasröhre die Mantelregion bildet.

[0004] Der beschriebenen MCVD-Prozess legt jedoch eine Grenze für die maximale Wanddicke der Glasröhre fest. Das heißt, in dem Maße, in dem die Wanddicke zunimmt, nimmt die Geschwindigkeit, mit der Wärme von dem sich außen bewegenden Brenner zu den reaktantenthaltenden Gasen in der Röhre übertragen wird, ab. Falls keine ausreichende Wärmeübertragung stattfindet, können Blasen oder ein unvollständiges Sintern in den abgelagerten Glasschichten auftreten. Um diesen Zustand zu überwinden, wird die Geschwindigkeit, mit der sich der äußere Brenner bewegt, gesenkt, wodurch die Gesamtzeit erhöht wird, die benötigt wird, um jede Glaspartikelschicht abzulagern. Trotzdem kann es sein, dass die größte Röhrenwanddicke, die ein gegebener MCVD-Prozess tolerieren kann, noch nicht ausreichend ist, um eine ausreichende Menge von Ummantelung an der gezogenen Faser für bestimmte Anwendungen zu ergeben. Dieses Problem wird durch das Stabrohr- (RIT-) Verfahren gelöst.

[0005] Bei dem RIT-Verfahren wird ein Vorformstab, der z. B. gemäß einem MCVD-Prozess hergestellt ist, axial in eine sogenannte Glasummantelungsröhre eingeführt. Die Ummantelungsröhre wird erhitzt, um weich zu werden und auf den Vorformstab zusammenzufallen, wobei das Röhrenglas sich mit dem Mantel an dem Vorformstab vereinigt. Eine optische Faser, die einen äußeren (Mantel-) Durchmesser aufweist, der größer ist als derjenige, der von dem MCVD-Vorformstab allein erreicht werden könnte, wird dann von der Kombination aus Vorformstab und Ummantelungsröhre gezogen. Dieser Prozess wird manchmal auch als „während des Ziehens ummantelt" oder ODD bezeichnet. Siehe auch EP 1129999 A2.

[0006] Gemäß dem Verfahren, das in der erwähnten Anmeldung EP 1129999 A2 offenbart ist, ist ein Vorformstab in einer ersten Ummantelungsröhre positioniert, und eine zweite Ummantelungsröhre ist über der ersten Ummantelungsröhre angeordnet. Der Vorformstab und die Ummantelungsröhren werden unter solchen Bedingungen erhitzt, dass ein teilweises Zusammenfallen der Röhren an einem Ende des Stabes bewirkt wird, wodurch ein unitärer Mehrfachummantelungsvorformstab gebildet wird. Das eine Ende des Ummantelungsstabes wird später zur Einführung in einen Vertikalfaserziehofen eingerichtet, und eine ODD-Faser, die einen gewünschten Außendurchmesser und ein gewünschtes Kern-Mantel-Massenverhältnis aufweist, wird erzeugt, wenn verbleibende Abschnitte der Röhren zusammenfallen und sich mit dem Mantel an dem Stab vereinigen.

[0007] Der Vorformstab kann auch in der Form eines massiven Glasstabs bereitgestellt sein, der nur aus ge-

wünschtem Kernmaterial gebildet ist, wobei die ein oder mehr Ummantelungsröhren als die einzige Quelle für Mantelmaterial an den zu ziehenden Fasern dienen. Dementsprechend wird der Vorformstab, wie derselbe im Vorhergehenden in Verbindung mit dem RIT-Prozess beschrieben ist, im Folgenden einfach als ein „Kernstab" bezeichnet, ob der Stab nun gebildet ist, um eine äußere Schicht aus Mantelmaterial aufzuweisen, oder nur aus Kernmaterial gebildet ist.

[0008] Ein Problem, das sich ergibt, wenn die bekannten RIT-Verfahren ausgeführt werden, betrifft den zusätzlichen Erhitzungsschritt vor dem Faserziehen, bei dem die Vorform, die einen Kernstab und eine oder mehr koaxiale Ummantelungsröhren aufweist, vereinigt und an dem einen Ende verschlossen wird, um den Stab und die umgebenden Röhren zur Einführung in den Ziehofen während des Beginns zusammenzuhalten. Dieser Vorschritt ist nicht erwünscht, da derselbe beträchtlichen zusätzlichen Aufwand, nämlich kapitalintensive Ummantelungsdrehmaschinen und Wärmequellen- und Materialhandhabungsausrüstung, mit sich bringt. Der Schritt erzeugt auch eine erhebliche Spannung in dem Vorformglas, wenn dasselbe abkühlt und dann später in dem Faserziehofen erneut erhitzt wird. Derartige Spannungen erzeugen eine starke Tendenz, dass die Vorform Risse bekommt und bricht, und steigert im hohem Maße Reparaturraten, Ausschuss und Abfall. Außerdem müssen bei einem Versuch, das Problem zu verringern, spezielle Maßnahmen implementiert werden, wie z. B. ein Erhöhen der Einführungszeit der Vorform in dem Ziehofen, wenn eine Faser gezogen wird.

[0009] Die EP 1188724 A1 bezieht sich auf einen Prozess zum Erzeugen einer Vorform für optische Fasen durch ein Stabrohrverfahren. Eine Kernstabanordnung, die einen Kernstab und eine Hülse aufweist, die an einem Ende der Anordnung angebracht ist, wird bereitgestellt. Die Kernstabanordnung wird in eine nicht gesinterte Ummantelungsröhre eingeführt und derart an der Röhre befestigt, dass die Kernstabanordnung darin aufgehängt ist. Die Ummantelungsröhre und die Kernstabanordnung werden erhitzt, um die Ummantelungsröhre zu sintern und dadurch eine Vorformanordnung zu bilden. Während des Erhitzungsschrittes kommt die Hülse in Kontakt mit dem Inneren der Ummantelungsröhre, und da die Hülse einen größeren Durchmesser als der Kernstab aufweist, wird ein ringförmiger Zwischenraum zwischen der Kernstabanordnung und dem Inneren der Ummantelungsröhre aufrechterhalten.

[0010] Die JP 200280238 bezieht sich auf ein Grundmaterial für eine optische Faser und auf ein Verfahren zum Bilden desselben. Das Grundmaterial für die optische Faser weist unmittelbar vor dem Faserziehen ein spezifiziertes Spitzenprofil auf, wobei das Grundmaterial durch ein Verfahren gebildet wird, das ein Verarbeiten durch ein Schleifen oder Ziehen aufweist, so dass das bestimmte Spitzenprofil erhalten wird.

[0011] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorform einer optischen Faser, ein Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser und ein Verfahren zum Herstellen einer Vorform einer optischen Faser zu schaffen, die eine Verringerung von Spannungen in der Vorform ermöglichen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch eine Ummantelungsvorform einer optischen Faser gemäß Anspruch 1 und Verfahren gemäß Anspruch 10 und 17 gelöst; wobei die Unteransprüche 2–9, 11–16 und 18–22 weitere Optionen definieren.

[0013] Gemäß der Erfindung umfasst eine Ummantelungsvorform einer optischen Faser einen Kernstab und eine Ummantelungsröhre, die ein erstes offenes Ende und ein zweites offenes Ende, das dem ersten offenen Ende gegenüberliegt, aufweist. Das erste offene Ende der Ummantelungsröhre ist dimensioniert, um in eine Mündung eines Vertikalfaserziehofens einzutreten. Ein Stöpsel wird in dem ersten offenen Ende der Röhre gehalten, und der Kernstab ist axial in der Röhre so angeordnet, dass ein distales (d. h. unteres) Ende des Stabes durch den Stöpsel von einer Abwärtsbewegung abgehalten wird, wenn das erste offene Ende der Röhre in die Mündung des Ziehofens eintritt und sich in eine Heißzone des Ofens hinunterbewegt.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser ein Einführen eines Kernstabs in eine Ummantelungsröhre, ein Einführen eines Stöpsels in ein offenes distales Ende der Ummantelungsröhre und ein Befestigen des Stöpsels in der Nähe des distalen Endes. Das distale Ende der Ummantelungsröhre wird zur Einführung in eine Mündung eines Vertikalfaserziehofens positioniert. Die Ummantelungsröhre bewegt sich hinunter in den Ziehofen und wird durch denselben erhitzt, bis der Stöpsel und die Röhre weich werden und miteinander verschmelzen. Die Röhre fällt dann auf den Kernstab zusammen, um einen Tropfen zu erzeugen, aus dem eine optische Faser gezogen werden kann, die gewünschte Eigenschaften aufweist.

[0015] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird auf die folgende Beschreibung zusammen mit der beiliegenden Zeichnung und den angehängten Ansprüche Bezug genommen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0016] Es zeigen:

[0017] Fig. 1 eine Querschnittsaufrissansicht eines unteren Abschnitts einer Stab-in-Röhre- (RIT-) Vorform gemäß der Erfindung;

[0018] Fig. 2 eine Aufrissansicht des unteren Abschnitts der RIT-Vorform, wie derselbe gesehen wird, wenn derselbe um 90° bezüglich der Ausrichtung der Vorform in Fig. 1 um seine Achse gedreht ist, und der im Begriff ist, zur Einführung in eine Mündung eines Vertikalfaserziehofens eingerichtet zu werden;

[0019] Fig. 3 eine Querschnittsaufrissansicht, die den unteren Abschnitt der RIT-Vorform zeigt, nachdem derselbe sich in eine Heißzone in dem Ofen in Fig. 3 hinunterbewegt hat, um einen Tropfen zum Faserziehen zu erzeugen;

[0020] Fig. 4 ein Diagram, das Schritte eines Verfahrens zum Ziehen einer optischen Faser gemäß der Erfindung zeigt; und

[0021] Fig. 5 eine Querschnittsansicht, die Fig. 1 ähnlich ist und eine zweite Röhre in einer Position zeigt, die koaxial mit dem Stab und der Röhre, die in Fig. 1 gezeigt sind, und zwischen denselben ist.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0022] Fig. 1 zeigt einen Querschnitt eines unteren Abschnitts einer Stab-in-Röhre- (RIT-) Vorform **10** einer optischen Faser gemäß der Erfindung. Fig. 2 zeigt den unteren Abschnitt der Vorform **10** im Aufriss, wie derselbe gesehen wird, wenn derselbe bezüglich der Position in Fig. 1 um 90° um seine Längsachse A gedreht ist.

[0023] Bei dem veranschaulichten Ausführungsbeispiel umfasst die Faservorform **10** einen Kernstab **18** und eine Glasummantelungsröhre **20**, von der untere Abschnitte in den Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt sind. Der Stab **18** kann durch die im Vorhergehenden beschriebene MCVD oder durch einen gleichwertigen Prozess erhalten werden, wie z. B., ohne Einschränkung, eine Axialaufdampfung (VAD) oder eine Außenaufdampfung (OVD). Auch kann der Stab **18**, wie bereits erwähnt, nur aus einem gewünschten Kernmaterial gebildet sein. Die Ummantelungsröhre **20** kann als eine im Handel erhältliche Silikaglasröhre erhalten werden. Der Umfang des unteren oder distalen Endes der Röhre **20** ist bevorzugt in einer kegelstumpfförmigen Form mit einer radial nach innen gerichteten Verjüngung T von z. B. etwa 24° gebildet. Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, kann ein distales oder unteres Ende **16** der gesamten Faservorform **10** als eine stabile mechanische Anordnung zur Einführung in eine Mündung **12** eines Vertikalfaserziehofens **14** am Anfang eines Faserziehprozesses positioniert sein.

[0024] Der Verjüngungswinkel T nähert sich einer Verengungsneigung **13**, die durch das untere Ende **16** der Vorform **10** angenommen wird, wenn dasselbe in einer Heißzone **15** des Faserziehofens **14** weich wird, um einen Glastropfen **17** zu bilden, wie es in Fig. 3 zu sehen ist. Eine richtige Wahl des Verjüngungswinkels T kann die verwendbare axiale Länge der Vorform **10** zum Faserziehen maximieren und kann auch die Größe des Tropfens **17** minimieren und dadurch die Einleitung eines Faserziehens von der Vorform erleichtern.

[0025] Ein zylindrischer Stöpsel **22** wird in dem offenen distalen Ende der Glasummantelungsröhre **20** gehalten. Der Stöpsel **22** ist z. B. aus im Handel erhältlichem natürlichem oder synthetischem Quarzglas oder einem gleichwertigen Material gebildet. Öffnungen **24**, **26** sind durch die konisch geformte Wand der Röhre **20** an diametral gegenüberliegenden Orten an dem distalen Ende der Röhre und entlang einer Achse O (siehe Fig. 1), die senkrecht zu der Röhrenachse A ist, gebohrt oder anderweitig gebildet. Der Stöpsel **22** ist bezüglich der Röhre **20** durch einen Stift **28** befestigt, der durch eine der Öffnungen **24**, **26** eingeführt wird und durch eine Querbohrung **30** in dem Stöpsel hindurchgeht, um die gegenüberliegende der Öffnungen **26**, **24** in der Röhrenwand in Eingriff zu nehmen. Der Stift **28** ist z. B. aus im Handel erhältlichem synthetischem Quarzglas oder einem gleichwertigen Material gebildet.

[0026] Während der Assemblierung der Vorform **10** kann die Ummantelungsröhre **20** horizontal gehalten werden, und ein oberes Ende (nicht gezeigt) des Stabes **18** wird axial in das offene, distale Ende der Röhre **20** eingeführt. Bevorzugt sind der Stab **18** und die Röhre **20** so dimensioniert, dass ein radialer Abstandzwischenraum G von z. B. 1 mm +/–0,5 mm zwischen dem inneren Umfang der Ummantelungsröhre **20** und dem äußeren Umfang des eingeführten Stabes **18** besteht. Der Stöpsel **22** wird dann so in das distale Ende der Röhre **20** platziert, dass gegenüberliegende Enden der Stöpselbohrung **30** mit den Öffnungen **24**, **26** in der sich ver-

jüngenden Röhrenwand ausgerichtet sind, und der Stift **28** wird eingeführt, wie es im Vorhergehenden erläutert ist.

[0027] Wenn die assemblierte RIT-Vorform **10** einer optischen Faser zur Einrichtung vor dem Einführen in den Ofen **14** vertikal ausgerichtet ist, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, wird ein distales (d. h. unteres) Ende **32** des Stabes **18** durch den Stöpsel **22** davon abgehalten, unter das distale Ende der Röhre **20** zu gleiten. Nachdem dasselbe sich durch die Mündung **12** des Ziehofens hinunterbewegt hat und in die Heißzone **15** eingetreten ist, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, wird das distale Ende **16** der Vorform auf eine Temperatur (normalerweise 2100°C oder mehr) erhitzt, bei der das Glas weich wird und der Stöpsel **22**, der Stift **28** und die Röhre **20** zusammenfallen und miteinander verschmelzen. Ferner werden das distale Ende **32** des Kernstabs **18** und der Abschnitt der Röhre **20** über dem Stöpsel **22** weich, und die Röhre fällt auf den Stab zusammen, um den Tropfen **17** zu erzeugen. Ein derartiges Zusammenfallen kann durch ein Übertragen eines Teilvakuums von z. B. etwa –26 Zoll H_g zu dem Abstandzwischenraum G zwischen dem Stab **18** und der Röhre **20** an einem oberen Ende der Vorform **10** auf eine Weise, die normalerweise angewendet wird, wenn herkömmliche RIT-Prozesse durchgeführt werden, unterstützt werden. Wenn der Tropfen **17** erzeugt ist, dann kann eine durchgehende optische Faser auf eine herkömmliche Weise gezogen werden.

[0028] Gemäß der Erfindung wird die RIT-Vorform **10** auf eine relativ einfache Weise assembliert, ohne dass es erforderlich ist, einen Teil der Ummantelungsröhre **20** durch einen separaten Erhitzungsschritt vor dem Faserziehen mit dem Kernstab **18** zu verbinden. Durch ein Beseitigen des vorangehenden Erhitzungsschritts werden die Herstellungskosten beträchtlich verringert, und die Ausbeute, die von der Vorform **10** erhalten wird, nimmt zu. Außerdem können verschiedene Vorformgrößen und Fasertypen (z. B. Ein- oder Mehrmodus) durch die vorliegende Erfindung realisiert werden.

[0029] Typische Abmessungen und Verjüngungswinkel für die assemblierte RIT-Vorform **10**, die in den folgenden Tabellen I und II mit Bezugnahme auf Fig. 1 gegeben sind, zeigen, dass eine große Bandbreite an Vorformgrößen möglich ist.

Tabelle I

Abmessung	Millimeter (norm.)
D1 (Außendurchmesser von Röhre **20** über sich verjüngendem Abschnitt)	60 bis 200
D2 (Innendurchmesser von Röhre **20**)	20 bis 75
S1 (Axiallänge von freiliegendem Ende von Stöpsel **22**)	10
S2 (Axiallänge von Stöpsel **22**)	(Axiallänge von sich verjüngendem Abschnitt + S1)
P1 (Durchmesser von Stift **28**)	10 bis 16
P2 (axiale Beabstandung zwischen unterem Ende von Stiftbohrung **30** und distalem Ende von Röhre **20**)	10

Tabelle II

Verjüngungswinkel	Grad (circa)
T	24 bis 27

[0030] Fig. 4 zeigt Schritte eines Verfahrens zum Ziehen einer optischen Faser gemäß der Erfindung. Bei Schritt **50** wird der Kernstab **18** axial in die Ummantelungsröhre **20** eingeführt. Der Stöpsel **22** wird bei Schritt **52** an dem distalen Ende der Röhre **20** eingeführt und befestigt (z. B. mittels des Stifts **28**), so dass ein distales Ende des Stabes **18** durch den Stöpsel davon abgehalten wird, das distale Ende der Röhre zu verlassen. Bei Schritt **54** wird das distale Ende **16** der assemblierten Vorform **10** in die Mündung **12** des Ziehofens **14** eingeführt. Das distale Ende **16** bewegt sich in die Ofenheißzone **15** hinunter und wird bei Schritt **56** erhitzt, bis der Stöpsel **22** mit der Röhre **20** verschmilzt. Bei Schritt **58** fällt die Röhre auf den weich gewordenen Stab **18** zusammen, um einen Tropfen zum Einleiten eines Ziehens einer optischen Faser zu erzeugen, die gewünschte Eigenschaften aufweist.

[0031] Zusätzlich zu der einzigen Ummantelungsröhre **20** können eine oder mehr zusätzliche Ummantlungsröhren koaxial um die Röhre **20** befestigt werden, um einen Mehrfachummantelungsfaserziehprozess einzuleiten. Zum Beispiel ist in Fig. 5 ein unterer Abschnitt einer zweiten oder inneren Ummantelungsröhre **60** bei

einer Vorform **10'** einer optischen Faser gemäß der Erfindung in einer Position gezeigt, die koaxial mit einem Stab **18'** und zwischen dem Stab **18'** und der Ummantelungsröhre **20** ist. Somit werden sowohl die Röhre **60** als auch der Stab **18'** durch den Stöpsel **22** von einer Abwärtsbewegung relativ zu der Röhre **20** abgehalten.

[0032] Die innere Ummantelungsröhre **60** in Fig. 5 weist einen solchen Innendurchmesser D3 auf, dass ein radialer Abstandzwischenraum (z. B. etwa 1 mm +/–0,5 mm) mit dem Stab **18'** eingerichtet wird. Ein Teilvakuum kann dann zu dem radialen Zwischenraum zwischen dem Stab **18'** und der inneren Ummantelungsröhre **60** sowie zu dem Zwischenraum zwischen der Röhre **60** und der äußeren Ummantelungsröhre **20** übertragen werden, um das Zusammenfallen beider Röhren **20**, **60** aufeinander und auf den Stab **18'** zu unterstützen, wenn die Vorform **10'** in dem Ziehofen **14** erhitzt wird.

[0033] Da es wichtig ist, dass der Kernstab **18** und seine zugeordneten ein oder mehr Ummantelungsröhren während des Faserziehprozesses dem Ofen **14** zusammen mit der gleichen Geschwindigkeit zugeführt werden, kann es in einigen Fällen notwendig sein, eine Einrichtung zum Blockieren einer potentiellen vertikalen axialen Aufwärtsbewegung oder eines Gleitens des Stabs **18** (oder **18'**) bezüglich der Ummantelungsröhren bereitzustellen.

[0034] Eine geeignete Blockiereinrichtung an dem oberen Ende der Vorform **10** kann wirksam sein, um das obere Ende des Kernstabs **18** an einer konstanten Position bezüglich des oberen Endes der Ummantelungsröhren zu halten, und deshalb die Möglichkeit einer Vorzugszufuhr verringern oder aufheben. Bei einem derzeit bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die äußere Ummantelungsröhre **20** an ihrem oberen Ende verschlossen oder radial nach innen gestuft, so dass der Innendurchmesser der Röhre geringer ist als der Außendurchmesser des Kernstabs **18**, und die obere Kante des Stabes befindet sich in nächster Nähe zu der verschließenden Wand der Röhre **20**, wenn der Stöpsel **22** an dem unteren (sich verjüngenden) Endabschnitt der Röhre befestigt wird. Somit wird der Kernstab **18** während des gesamten RIT-Faserziehprozesses von einer Axialbewegung in einer Abwärts- oder Aufwärtsrichtung bezüglich der ein oder mehr Ummantelungsröhren abgehalten, und eine konstante Zufuhrgeschwindigkeit wird für sowohl den Stab als auch die Röhre durch den Faserziehofen **14** aufrechterhalten.

Patentansprüche

1. Eine Ummantelungsvorform (**10**; **10'**) einer optischen Faser, die zum Einrichten an der Mündung (**12**) eines Vertikaloptikfaserziehofens geeignet ist, der eine innere Heißzone aufweist, wobei die Vorform folgende Merkmale aufweist:
einen Kernstab (**18**; **18'**);
eine äußere Ummantelungsröhre (**20**), die ein offenes distales Ende (**16**), das gebildet ist, um in die Mündung (**12**) des Ziehofens einzutreten, und eine Röhrenachse aufweist;
einen zylindrischen Stöpsel (**22**), der dimensioniert ist, um in das offene distale Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) platziert zu werden;
eine Einrichtung (**28**) zum Halten des Stöpsels (**22**) in dem offenen distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**), wobei die Stöpselhalteeinrichtung (**28**) aufgebaut und angeordnet ist, um einen Teil des distalen Endes (**16**) in Eingriff zu nehmen; und
wobei der Kernstab (**18**; **18'**) axial in der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) angeordnet ist, so dass ein unteres Ende des Stabes (**18**; **18'**) durch den Stöpsel an dem distalen Ende der Röhre (**20**) von einer Abwärtsbewegung abgehalten wird, wenn das distale Ende der Röhre (**20**) in die Mündung (**12**) des Vertikalziehofens eintritt und sich in die Heißzone des Ofens hinunterbewegt.

2. Eine Vorform gemäß Anspruch 1, bei der der Stöpsel (**22**) aus Quarzglas gebildet ist.

3. Eine Vorform gemäß Anspruch 1, bei der das distale Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) sich in einem bestimmten Verjüngungswinkel radial nach innen verjüngt.

4. Die Vorform gemäß Anspruch 3, bei der der Verjüngungswinkel etwa 24° beträgt.

5. Eine Vorform gemäß Anspruch 1, bei der zumindest eine Öffnung (**24**, **26**) in der Wand der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) in der Nähe des distalen Endes der Röhre (**20**) gebildet ist, der Stöpsel (**22**) eine Querbohrung (**30**) aufweist, und die Stöpselhalteeinrichtung einen Stift (**28**) umfasst, der dimensioniert ist, um die Öffnung (**24**, **26**) in der Wand und die Bohrung (**30**) in dem Stöpsel (**22**) in Eingriff zu nehmen, um den Stöpsel (**22**) an dem distalen Ende der Röhre (**20**) zu halten.

6. Die Vorform gemäß Anspruch 5, bei der der Stift (**28**) aus Quarzglas gebildet ist.

7. Eine Vorform gemäß Anspruch 1, bei der der Kernstab (**18**) und die äußere Ummantelungsröhre (**20**) so dimensioniert sind, dass ein radialer Abstand von etwa 1 mm gebildet wird, wenn der Stab (**18**) in die Röhre (**20**) eingeführt wird.

8. Eine Vorform gemäß Anspruch 1, die eine innere Ummantelungsröhre (**60**) umfasst, die koaxial mit dem Kernstab (**18'**) und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) und zwischen denselben angeordnet ist.

9. Die Vorform gemäß Anspruch 8, bei der der Kernstab (**18**) und die innere Ummantelungsröhre (**60**) so dimensioniert und angeordnet sind, dass ein unteres Ende der inneren Ummantelungsröhre (**60**) und das untere Ende des Kernstabs (**18'**) durch den Stöpsel (**22**) von einer Abwärtsbewegung bezüglich der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) abgehalten werden.

10. Ein Verfahren zum Ziehen einer optischen Faser, das folgende Schritte aufweist:
axiales Einführen eines Kernstabs (**18**; **18'**) in eine äußere Ummantelungsröhre (**20**);
Einführen eines zylindrischen Stöpsels (**22**) in ein offenes distales Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**);
Bereitstellen einer Einrichtung (**28**) zum Halten des Stöpsels (**22**) in dem offenen distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**);
Ineingriffbringen der Stöpselhalteeinrichtung (**28**) mit einem Teil des distalen Endes (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**), um den Stöpsel (**22**) in dem distalen Ende der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) zu befestigen;
Positionieren des distalen Endes der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) zum Eintritt in eine Mündung (**12**) eines Vertikalfaserziehofens, der eine Heißzone aufweist;
Hinunterbewegen der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) mit dem eingeführten Kernstab (**18**; **18'**) und dem Stöpsel (**22**) in die Heißzone des Ziehofens;
Erhitzen des distalen Endes der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) in der Heißzone, bis der Stöpsel (**22**) und die Röhre (**20**) weich werden und miteinander verschmelzen;
Zusammenfallenlassen der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) auf den Kernstab (**18**; **18'**) in der Region der Heißzone des Ziehofens; und
Erzeugen eines Tropfens, der aus dem Kernstab und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) gebildet ist, zum Einleiten eines Ziehens einer optischen Faser, die gewünschte Eigenschaften aufweist.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem die Stöpselhalteeinrichtung einen Stift (**28**) umfasst, und Befestigen des Stöpsels (**22**) an dem unteren distalen Ende der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) durch ein Einführen des Stifts (**28**) durch den Stöpsel (**22**) und zumindest eine Öffnung (**24**, **26**), die in der Wand des distalen Endes (**16**) der Röhre (**20**) gebildet ist.

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 11, das ein Weichmachen und Verschmelzen des Stiftes (**28**) mit dem Stöpsel (**22**) und dem distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) umfasst, wenn die Röhre an der Heißzone des Ziehofens erhitzt wird.

13. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, das ein Anordnen einer inneren Ummantelungsröhre (**60**) koaxial mit dem Kernstab (**18'**) und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) und zwischen denselben vor dem Positionieren des distalen Endes der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) zum Eintritt in die Mündung (**12**) des Ziehofens umfasst.

14. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, das ein Übertragen eines Teilvakuums in einen Zwischenraum zwischen dem Kernstab (**18**; **18'**) und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) umfasst, um den Zusammenfallschritt zu erleichtern.

15. Das Verfahren gemäß Anspruch 14, das ein Unterdrücken einer Aufwärtsbewegung des Kernstabs (**18**; **18'**) bezüglich der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) während des Erhitzungs- und des Zusammenfallschritts umfasst.

16. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, das ein Freihalten der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) mit dem eingeführten Kernstab (**18**; **18'**) und dem Stöpsel (**22**) von einer Wärmebehandlung bei einer erhöhten Temperatur vor dem Hinunterbewegen der Röhre in die Heißzone des Ziehofens umfasst.

17. Ein Verfahren zum Herstellen einer Vorform einer optischen Faser, das folgende Schritte aufweist:
axiales Einführen eines Kernstabs (**18**; **18'**) in eine äußere Ummantelungsröhre (**20**);
Einführen eines zylindrischen Stöpsels (**22**) in ein offenes distales Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**);
Bereitstellen einer Einrichtung (**28**) zum Halten des Stöpsels (**22**) in dem distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**);
Ineingriffbringen der Stöpselhalteeinrichtung (**28**) mit einem Teil des distalen Endes (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**), um den Stöpsel (**22**) in dem distalen Ende (**16**) zu befestigen;
Positionieren des distalen Endes (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) zum Eintritt in eine Mündung (**12**) eines Ofens;
Hinunterbewegen der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) mit dem eingeführten Kernstab und dem Stöpsel (**22**) in den Ofen;
Erhitzen des distalen Endes (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) in dem Ofen, bis der Stöpsel (**22**) und die Röhre (**20**) weich werden und miteinander verschmelzen; und
Zusammenfallenlassen der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) auf den Kernstab in dem Ofen.

18. Das Verfahren gemäß Anspruch 17, bei dem die Stöpselhalteeinrichtung einen Stift (**28**) umfasst, und Befestigen des Stöpsels (**22**) an dem distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) durch ein Einführen des Stiftes (**28**) durch den Stöpsel (**22**) und zumindest eine Öffnung (**24**, **26**), die in der Wand des distalen Endes (**16**) der Röhre (**20**) gebildet ist.

19. Das Verfahren gemäß Anspruch 18, das ein Weichmachen und Verschmelzen des Stiftes (**28**) mit dem Stöpsel (**22**) und dem distalen Ende (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) umfasst, wenn die Röhre (**20**) in dem Ofen erhitzt wird.

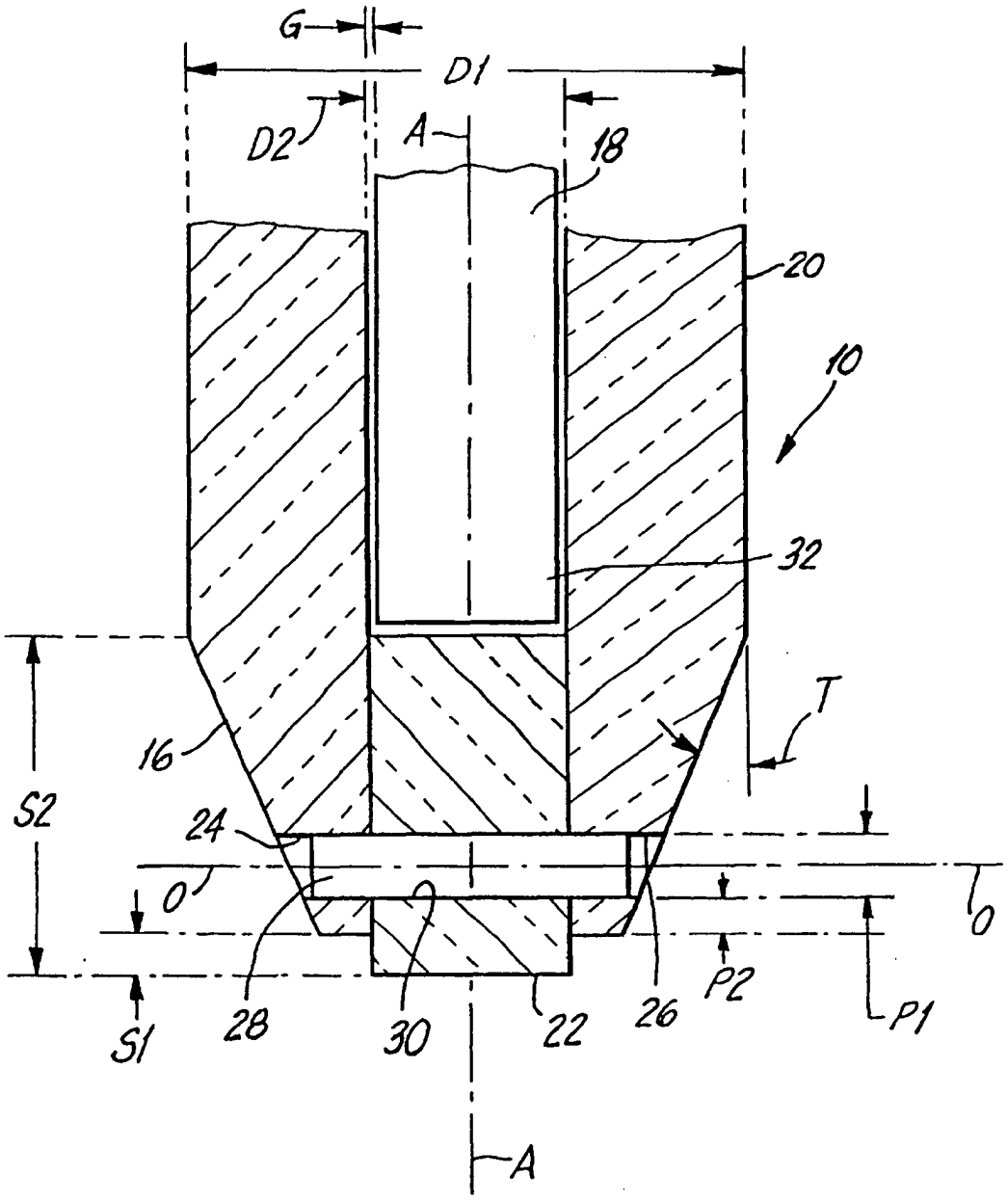
20. Das Verfahren gemäß Anspruch 17, das ein Anordnen einer inneren Ummantelungsröhre (**60**) koaxial mit dem Kernstab (**18'**) und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) und zwischen denselben vor dem Positionieren des distalen Endes (**16**) der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) zum Eintritt in die Mündung des Ofens umfasst.

21. Das Verfahren gemäß Anspruch 17, das ein Übertragen eines Teilvakuums in einen Zwischenraum zwischen dem Kernstab (**18**; **18'**) und der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) umfasst, um den Zusammenfallschritt zu erleichtern.

22. Das Verfahren gemäß Anspruch 21, das ein Unterdrücken einer Aufwärtsbewegung des Kernstabs (**18**; **18'**) bezüglich der äußeren Ummantelungsröhre (**20**) während des Erhitzungs- und des Zusammenfallschritts umfasst.

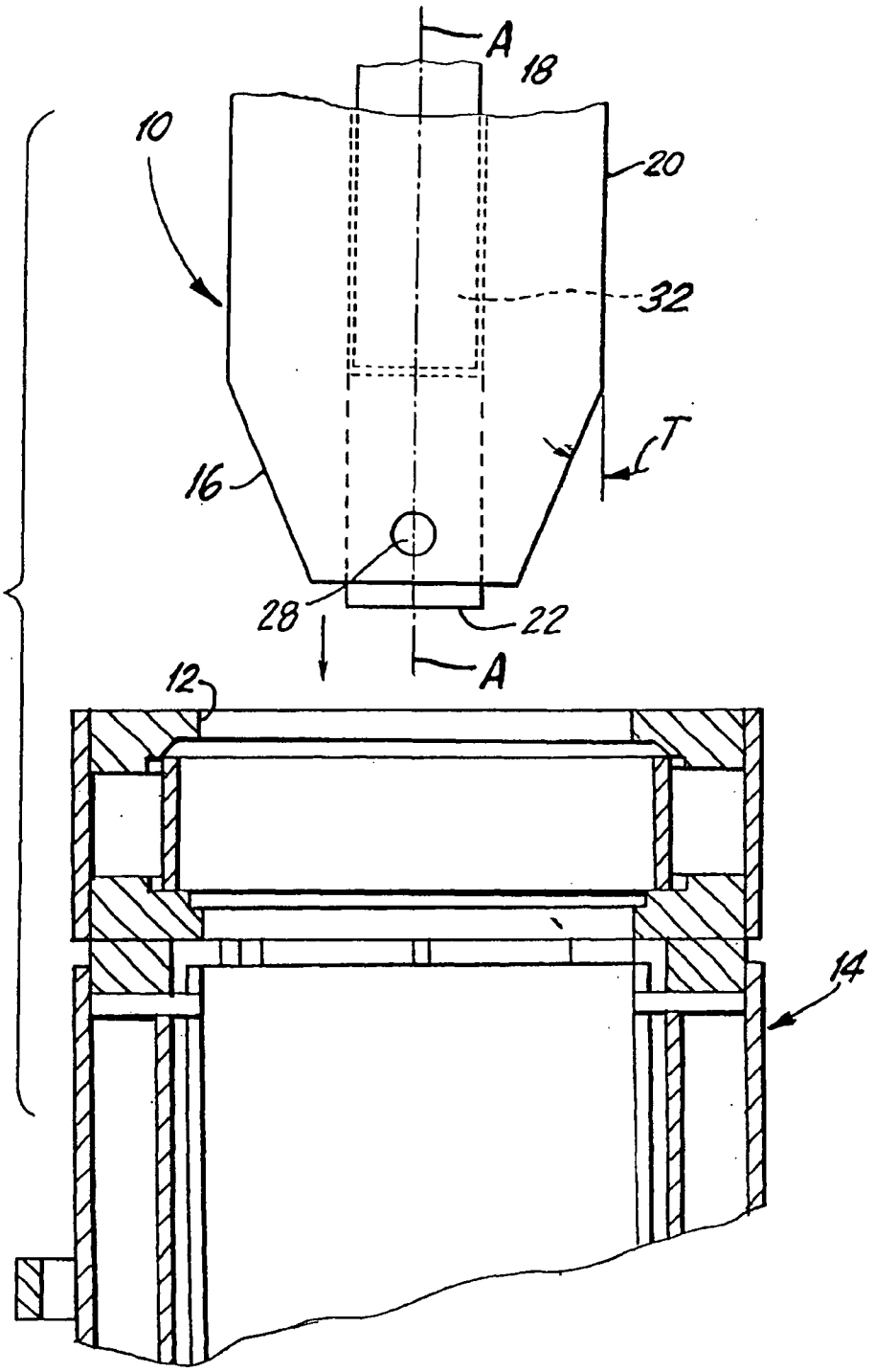
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

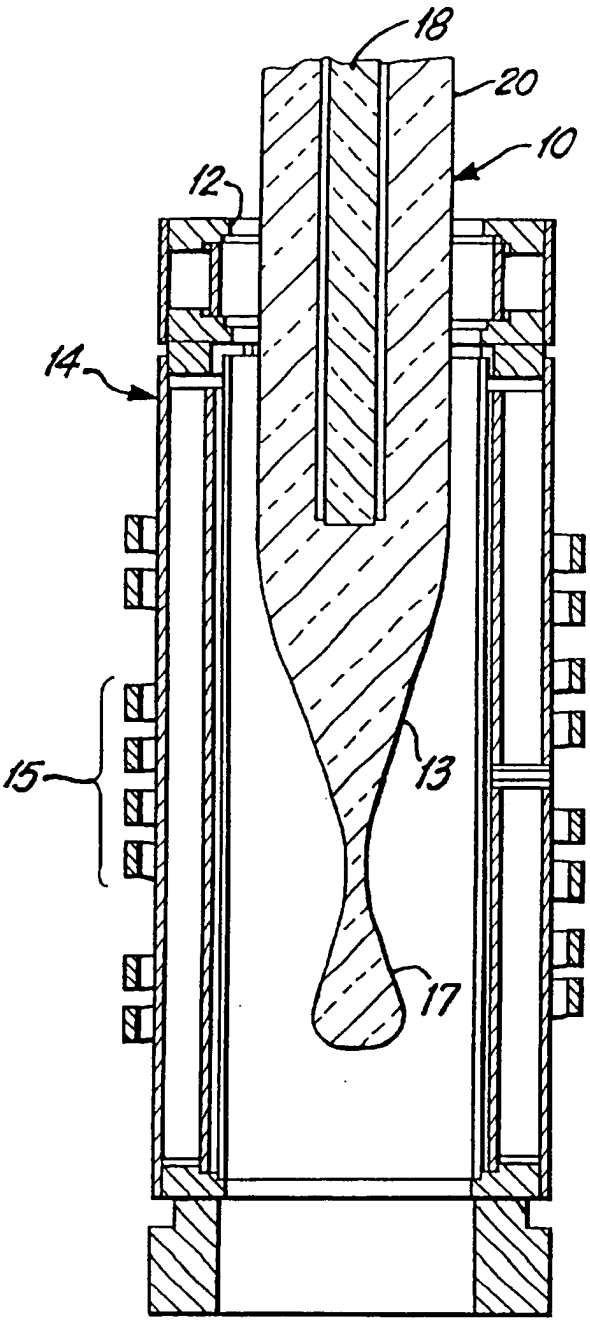
Anhängende Zeichnungen



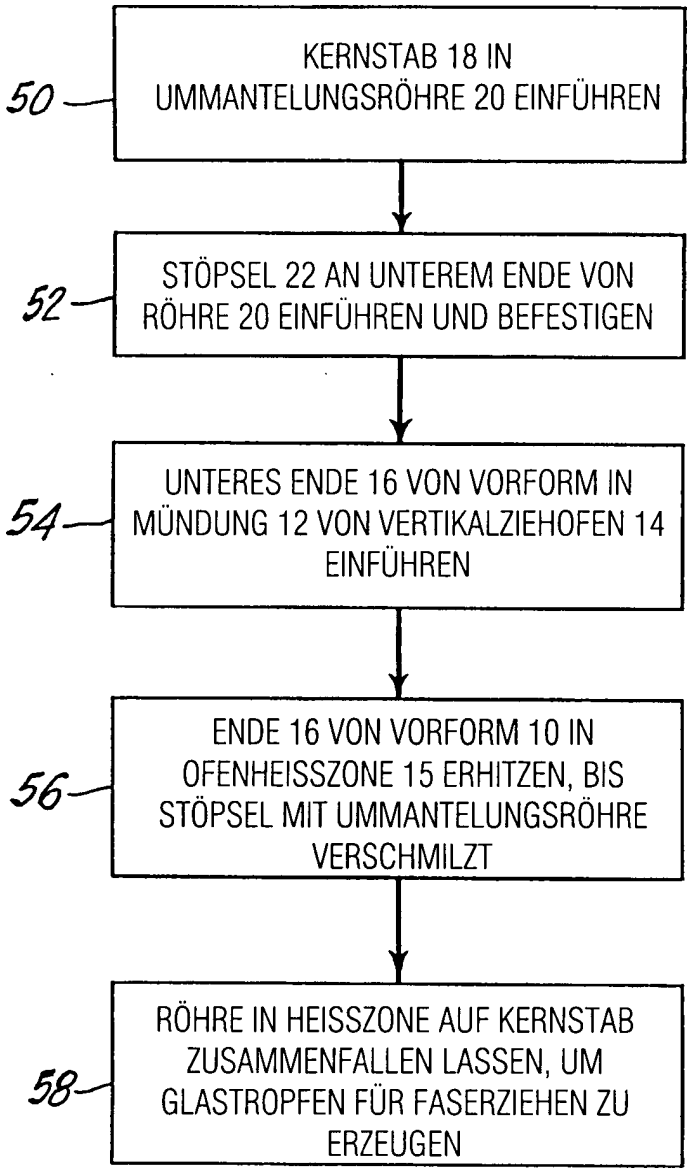
FIGUR 1

FIGUR 2

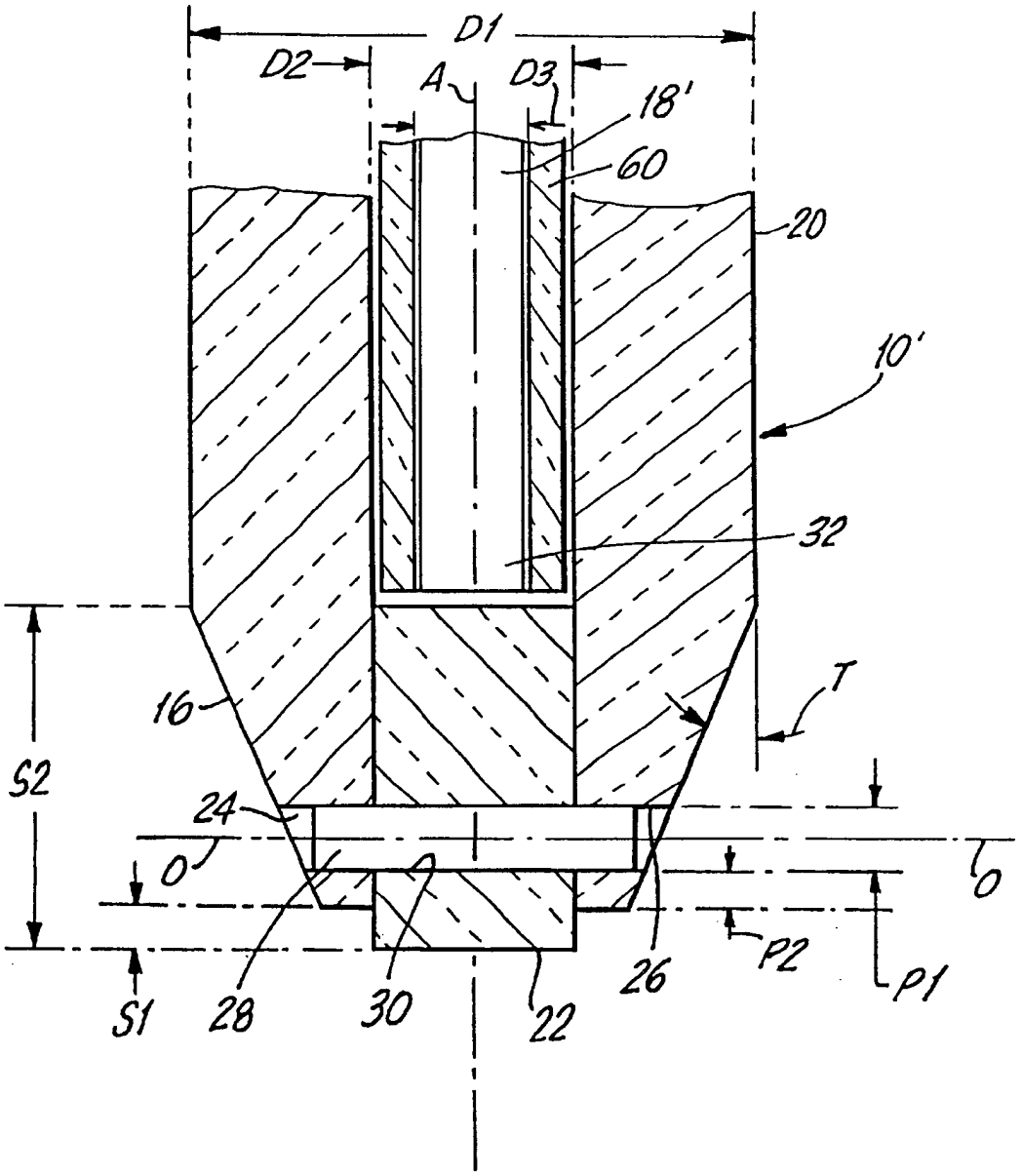




FIGUR 3


50
KERNSTAB 18 IN UMMANTELUNGSRÖHRE 20 EINFÜHREN
52
STÖPSEL 22 AN UNTEREM ENDE VON RÖHRE 20 EINFÜHREN UND BEFESTIGEN
54
UNTERES ENDE 16 VON VORFORM IN MÜNDUNG 12 VON VERTIKALZIEHOFEN 14 EINFÜHREN
56
ENDE 16 VON VORFORM 10 IN OFENHEISSZONE 15 ERHITZEN, BIS STÖPSEL MIT UMMANTELUNGSRÖHRE VERSCHMILZT
58
RÖHRE IN HEISSZONE AUF KERNSTAB ZUSAMMENFALLEN LASSEN, UM GLASTROPFEN FÜR FASERZIEHEN ZU ERZEUGEN

FIGUR 4



FIGUR 5