



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 962 267 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.12.1999 Patentblatt 1999/49

(51) Int. Cl.⁶: B21C 37/06

(21) Anmeldenummer: 99109045.7

(22) Anmeldetag: 07.05.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Wolf, Heinrich
63571 Gelnhausen (DE)
• Jeschonnek, Bernd
63526 Erlensee (DE)

(30) Priorität: 28.05.1998 DE 19823832

(74) Vertreter: Kühn, Hans-Christian
Heraeus Holding GmbH,
Stabsstelle Schutzrechte,
Heraeusstrasse 12-14
63450 Hanau (DE)

(71) Anmelder: W.C. Heraeus GmbH
D-63450 Hanau (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Verbund-Rohren aus Metall sowie Verbundrohr und dessen Verwendung**

(57) Zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall mit einem äußeren Durchmesser im Bereich von 2 bis 10 mm wird in einem ersten Schritt ein einseitig (vorzugsweise mit Gold) beschichtetes Metall-Band in eine Ziehmatrize einer Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn eingebracht, mit einem Ende in einen beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehschlittens zu einer rohrartigen Einlage mit nahezu geschlossenem Spalt entlang der Rohrachse gebogen, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht;

in einem zweiten Schritt wird der als rohrförmige Einlage geformte Rohling in ein äußeres nahtloses Rohr eingeschoben;

in einem dritten Schritt werden die ineinander geschobenen Rohre zusammen mit jeweils einem Ende in den Ziehschlitten der Ziehvorrichtung eingespannt und mittels Ziehmatrize mit feststehendem Innendorn gemeinsam auf Endmaß (mit verringertem Durchmesser) gezogen, wobei durch radiales Zusammenpressen das äußere Rohr und

die rohrartige Einlage über Preß-Sitz miteinander verbunden werden.

Weiterhin ist ein Verfahren zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall, das durch Ziehen radial zusammengepreßt wird, angegeben, wonach das Band mit einer beschichteten Bandseite (vorzugsweise Goldbeschichtung) in eine Ziehmatrize einer Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn eingebracht, mit einem Ende in einen gegenüber der Ziehvorrichtung beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehschlittens zu einem Verbund-Rohr mit nahezu geschlossenem Längsspalt gebogen wird, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht und das Metall-Band so in der Ziehvorrichtung geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die Innenfläche des zu erstellenden Verbund-Rohrs bildet.

Das Verbundrohr dient vorzugsweise zur Übertragung von Infrarot-Strahlung für pyrometrische Temperaturmessung.

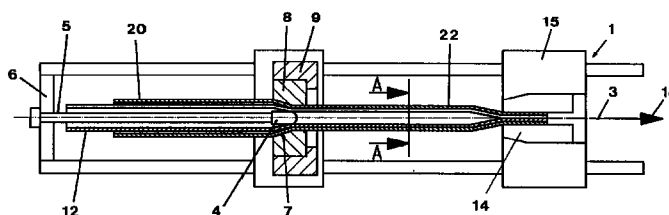


Fig. 2a

EP 0 962 267 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall, das eine von einem äußeren nahtlosen Rohr ummantelte rohrartige Einlage aufweist, wobei Einlage und äußeres Rohr teleskopartig ineinandergesteckt und dann durch Ziehen radial zusammengepreßt werden, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundrohres aus Metall, das durch Ziehen radial zusammengepreßt wird; weiterhin betrifft die Erfindung nach den Verfahren hergestellte Verbund-Rohre und die Verwendung solcher Verbund-Rohre.

[0002] Aus der EP 0 445 904 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen, dickwandigen Hochdruckrohres bekannt, bei dem zunächst zwei in den Querschnittsabmessungen unterschiedliche Vorrohre teleskopartig ineinander gesteckt und dann durch Kaltziehen radial zusammengedrückt werden; die Umformung erfolgt vorzugsweise durch ein Ziehen mit Innenwerkzeug, bei der die Wanddickenreduzierung insbesondere des Innenrohres einen hohen Anteil an der jeweiligen Gesamtverformung hat, wobei die Vorrohre im kaltverfestigten Zustand mit geringem Spiel ineinandergeschoben werden und das so erzeugte Doppelwandrohr zunächst wärmebehandelt und anschließend mindestens einmal kalt gezogen wird; nach dem letzten Kaltzug erfolgt eine Endwärmebehandlung, wobei der nach der ersten Wärmebehandlung des erzeugten Doppelwandrohres folgende erste Kaltzug als Ziehen mit einem Innenwerkzeug durchgeführt wird. Als problematisch erweist sich die Herstellung eines solchen Verbundrohres insbesondere im Miniaturbereich, wobei der Innendurchmesser beispielsweise bei 2,5 mm liegen und der äußere Durchmesser bei 4 mm liegen soll; insbesondere erweist es sich als problematisch, das Innenrohr mit einer zusätzlichen Beschichtung zu versehen, die beispielsweise eine Funktion zur Strahlungsführung mittels Reflexion wahrnehmen kann, wie es beispielsweise aus der DE 36 05 737 A1 bekannt ist. In der Praxis würde dies beispielsweise zu einer verhältnismäßig aufwendigen nachträglichen Galvanisierung der inneren Oberfläche des Verbundrohres führen.

[0003] Aus DE-PS 597 120 ist eine Vorrichtung zur Herstellung von Rohren aus Blechstreifen bekannt, bei der das Blech über einen zylindrischen Dorn durch eine Matrize hindurch gezogen wird; die Matrize ist derart ausgebildet, daß das Blech - beginnend von seiner Längsmittellinie - fortschreitend auf den Durchmesser des Dorns umgebogen wird.

[0004] Weiterhin ist aus der DE 36 30 625 C2 ein Verfahren zur Herstellung eines im Inneren mit einer Zinkschicht versehenen Rohres zur Anwendung in der Kälte- und Automobilindustrie bekannt, bei dem ein Blechband einseitig galvanisch verzinkt und anschließend zu einem Schlitzrohr mit innenliegender Zinkschicht verformt wird; anschließend wird dieses

Schlitzrohr unter Einsatz von Gleichstrom oder niederfrequentem Strom zwischen einer Schweißrolle und einer rotierenden Schweißelektrode bei ausreichender Spülung der Schweißzone mit Inertgas verschlossen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, die Herstellung von Verbundrohren mit kleinem Durchmesser von beispielsweise 2 bis 10 mm und einer Länge von 0,5 bis zu 6 m anzugeben; zusätzlich sollen die Rohre eine spiegelnde Innenoberfläche aufweisen, um sie beispielsweise für die Strahlungsführung von Infrarotstrahlung mittels Reflexion eines Teiles der Strahlung einsetzen zu können; darüberhinaus soll ein Verbundrohr mit erhöhter Stabilität und nahtlos geschlossenem Außenmantel angegeben werden.

[0006] Die Aufgabe wird für ein erstes Verfahren dadurch gelöst, daß in einem ersten Schritt ein Metall-Band, das auf wenigstens einer Bandseite eine Beschichtung aus Edelmetall aufweist, so in der Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die Innenfläche der zu erstellenden rohrförmigen Einlage bildet, wobei das Metall-Band mit einem Ende in einen gegenüber der Ziehvorrichtung beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehachtlittens zu der rohrartigen Einlage gebogen wird, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht;

in einem zweiten Schritt wird der als rohrförmige Einlage geformte Rohling mit Beschichtung aus Edelmetall in das äußere Rohr eingeschoben; weiterhin werden in einem dritten Schritt die ineinander geschobenen Rohre zusammen mit jeweils einem Ende in den Ziehschlitten eingespannt und mittels Ziehmatrize mit feststehendem Innendorn gemeinsam auf Endmaß gezogen, wobei durch radiales Zusammenpressen das äußere Rohr und die rohrartige Einlage über Preß-Sitz miteinander verbunden werden.

[0007] Als besonders vorteilhaft erweist sich das besonders einfache und kostengünstige Herstellverfahren, wobei gleichzeitig eine hohe Stabilität des Verbundrohres erzielt wird.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird im ersten Schritt die rohrförmige Einlage zu einem Einlagerrohr so geformt, daß dessen Rohrmantel einen nahezu geschlossenen Spalt entlang der Rohrlängsachse aufweist; hierbei erweist es sich als vorteilhaft, daß aufgrund des nahezu geschlossenen Spaltes praktisch keine Dämpfungsverluste in der Übertragung der Strahlung mittels Reflexion auf der Beschichtung des Rohrinernen auftreten, sofern eine Verwendung zur Temperaturmessung gemäß der eingangs genannten DE 36 05 737 beabsichtigt ist.

[0009] Im ersten Schritt wird ein Metallband mit einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 0,8 mm und einer Breite im Bereich von 6 bis 30 mm zu einem Einlagerrohr gebo-

gen, wobei im zweiten Schritt die rohrförmige Einlage mit einer Länge im Bereich von 0,5 m bis zu 6 m in das bereits als Rohling vorgefertigte, nahtlose äußere Rohr eingeschoben wird; der Innendurchmesser des äußeren Rohres ist dabei geringfügig größer als der Außendurchmesser des einzubringenden Einlagerohres.

[0010] Hierbei handelt es sich um eine verhältnismäßig einfache Handhabung, die sich vorteilhafterweise auch durch einfache fachmännische Maßnahmen automatisieren läßt.

[0011] Im Verfahren wird ein Metallband eingesetzt, das auf wenigstens einer Bandseite eine Beschichtung aus Edelmetall - vorzugsweise Gold - aufweist, wobei das Band so in der Ziehvorrichtung geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die spätere Innenfläche der zu erstellenden rohrförmigen Einlage bildet.

[0012] Hierbei erweist es sich als besonders vorteilhaft, daß ein bereits vorgefertigtes mit Edelmetall/Goldbeschichtung versehenes Metallband eingesetzt werden kann, welches ohne spätere zusätzliche galvanische Verfahren bereits die für optimale Reflexionseigenschaften erforderliche Oberfläche aufweist. Dabei läßt sich auch ein verhältnismäßig sparsamer Verbrauch von Edelmetall im Beschichtungsverfahren erzielen. Die Beschichtung kann durch Galvanisieren, Walzplattieren oder Sputtertechnik - vorzugsweise einseitig - aufgebracht werden.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des dritten Verfahrensschrittes wird der Durchmesser sowohl der rohrartigen Einlage als auch des äußeren Mantelrohres um 5 bis 50 Prozent - vorzugsweise um 10 bis 30 Prozent - verringert; aufgrund der radialen Pressung läßt sich eine optimale Oberfläche der Edelmetall- bzw. Goldbeschichtung des Einlagerohres erzielen.

[0014] Somit läßt sich eine optimale Stabilität des Verbundrohres mit einer optimalen optischen Qualität vorteilhafterweise kombinieren.

[0015] Die Aufgabe wird für ein zweites Verfahren zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall, das durch Ziehen radial zusammengepreßt wird, dadurch gelöst, daß ein Metall-Band mit wenigstens einer mit Edelmetall beschichteten Bandseite in eine Ziehmatrize einer Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn eingebracht, mit einem Ende in einen gegenüber der Ziehvorrichtung beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehschlittens zu einem Verbund-Rohr mit nahezu geschlossenem Längsspalt gebogen wird, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht und das Metall-Band so in der Ziehvorrichtung geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die Innenfläche des zu erstellenden Verbund-Rohrs bildet. Auch beim zweiten Verfahren kann die Beschichtung des Metallbandes durch Galvanisieren, Walzplattieren oder Sputtertechnik aufgebracht werden.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung des zweiten Verfahrens wird ein Metall-Band mit einer Dicke im

Bereich von 0,1 bis 0,8 mm und einer Breite im Bereich von 6 bis 30 mm zu dem Verbund-Rohr gebogen; das Verbundrohr wird vorzugsweise in einer Länge bis zu 6 m gezogen.

[0017] Als vorteilhaft erweist sich das zweite Verfahren im Hinblick auf gute Oberflächenqualität der Rohrlinnenseite und auf die kostengünstige Herstellung des Verbundrohres.

[0018] Die Aufgabe wird für ein Verbundrohr aus einem Einlagerohr und einem äußeren, nahtlosen Mantelrohr die durch einen Ziehvorgang nach dem ersten Verfahren (gemäß Anspruch 1 bis 5) zu einem einzigen Verbundrohr radial zusammengepreßt sind, dadurch gelöst, daß das Einlagerohr einen längs der Rohrachse verlaufenden nahezu geschlossenen Spalt aufweist.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verbundrohres liegt der Innendurchmesser im Bereich von 1,5 bis 9 mm und sein äußerer Durchmesser im Bereich von 2 bis 10 mm; die innere Beschichtung mit Edelmetall bzw. Gold weist eine Dicke von mindestens 0,1 µm auf, wobei sich die optische Qualität der reflektierenden Beschichtung durch den im dritten Schritt vorgenommenen Ziehvorgang mit radialer Pressung erheblich verbessern läßt. Als Werkstoff für die rohrförmige Einlage (Einlagerohr) haben sich Buntmetalle (Messing oder Kupfer), Edelmetall oder Edelstahl als besonders geeignet erwiesen; als Werkstoff für das äußere, nahtlose Rohr sind Buntmetalle (Kupfer oder Messing) oder Edelstahl besonders geeignet, wobei es sich hierbei um verhältnismäßig preisgünstige Werkstoffe handelt.

[0020] Die Ausführungsform eines nach den Ansprüchen 6 bis 9 hergestellten Verbundrohres ist verhältnismäßig kostengünstig herzustellen; sie ist insbesondere zur Strahlungsführung mittels Reflexion an der inneren Oberfläche des Verbundrohres geeignet.

[0021] Die Aufgabe wird hinsichtlich einer Verwendung des Verbundrohres zur Übertragung von Strahlung entlang der Rohrachse durch Reflexion wenigstens eines Teils der Strahlung an der inneren Oberfläche des Verbundrohres gelöst; in einer bevorzugten Verwendung wird das Verbundrohr zur Übertragung von Wärmestrahlung für die Temperaturmessung eingesetzt, wie es aus der DE 36 05 737 A1 bekannt ist.

[0022] Ein wesentlicher Vorteil der Edelmetall enthaltenden Beschichtung auf der Innenseite des Verbundrohres ist in der konstanten, temperaturunabhängigen Reflexionseigenschaft zu sehen.

[0023] Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren 1a, 1b, 1c sowie 2a, 2b und 2c näher erläutert.

Figur 1a zeigt ausschnittsweise im Längsschnitt einen Teil einer Ziehvorrichtung, der ein Metallband als Vormaterial zur Bildung einer rohrförmigen Einlage bzw. eines Verbundrohres zugeführt wird;

Figur 1b zeigt einen Querschnitt durch die rohrförmige Einlage bzw. das Verbundrohr gemäß Schnitt-

ebene AA (nach Figur 1a), wobei die Innenseite mit einer Beschichtung versehen ist;

Figur 1c zeigt eine rohrförmige Einlage im Querschnitt entlang der Schnittebene AA, wobei diese jedoch keine innere Beschichtung aufweist;

Figur 2a zeigt eine der Figur 1a entsprechende Ziehvorrichtung zur Bildung eines Verbundrohres aus der rohrförmigen Einlage und einem aufgeschobenen äußeren nahtlosen Mantelrohr;

Figur 2b zeigt einen vergrößerten Querschnitt durch das Verbundrohr entlang der Schnittebene AA (nach Figur 2a);

Figur 2c zeigt die im Prinzip bekannte Strahlungsführung mittels eines mit innerer Reflexionsschicht versehenen Verbundrohres, wobei die Strahlungsführung bereits in der DE 36 05 737 A1 beschrieben ist.

[0024] Gemäß Figur 1a weist die teilweise dargestellte Ziehvorrichtung 1 einen entlang der Ziehachse 3 angeordneten Ziehdon 4 auf, welcher mittels Dornstange 5 und Dornhalterung 6 in der Ziehvorrichtung 1 stationär positioniert ist; im Einlaufsbereich des Metallbandes 2 ist eine Bandführung 11 vorgesehen, in der mit Pfeil 16 gekennzeichneten Bewegungsrichtung des Metallbandes 2 folgt der konisch ausgebildete Einlaufbereich 7 der Zieh-Matrize 8, die mittels Matrizenhalterung 9, 10 stationär an der Ziehvorrichtung 1 positioniert ist; mit Hilfe von Ziehdon 4 und der ihn mit Abstand (Abstand ist auf die Dicke des Metallbandes abgestimmt) umgebenden Zieh-Matrize 8 wird das Metallband 2 zu einem Rohr bzw. rohrförmigen Einlage 12 gebogen. Der als rohrförmige Einlage ausgebildete Teil des bereits erstellten Vormaterials ist an seinem vorderen Ende 13 in der Spannzange 14 eines Ziehschlittens 15 eingespannt. Die Transportrichtung des mittels nicht dargestelltem Antrieb (Kettenantrieb, hydraulischer Antrieb) angetriebenen Ziehschlittens 15 erstreckt sich entlang der Ziehachse 3. Metallband 2 befindet sich als massives oder beschichtetes Vormaterial in einer für eine Vielzahl von Ziehvorgängen ausreichenden Menge auf einer Vorratsspule 17, von der es chargenweise (der Rohrlänge entsprechend) abgewickelt wird. Durch die Ziehbewegung in Richtung Pfeil 18 wird der Ziehschlitten 15 so weit vorgeschoben, daß sich zwischen Ziehschlitten 15 und Matrize 8 ein Längenbereich von ca. 0,5 m bis zu 6 m für den Rohling des Einlagerohrs bzw. der rohrförmigen Einlage 12 ergibt. Figur 1a ist zwecks besserer Übersicht in einer entlang der Längsachse gestauchten Form dargestellt, so daß diese Figur keinesfalls als maßstäblich anzusehen ist; die sich nach Verlassen der Matrize 8 ergebende rohrförmige Einlage 12 bzw. Einlagerohr 12 ist im Querschnitt entlang der Schnittebene AA in Figur 1b

dargestellt, wobei diese Figur auf eine rohrförmige Einlage 12 mit aufgebrachtter Oberflächenbeschichtung 19 gerichtet ist; der nahezu geschlossene Längsspalt ist mit Ziffer 21 bezeichnet; als Oberflächenbeschichtung ist vorzugsweise Gold vorgesehen, um beispielsweise eine optimale Reflexion der in die rohrförmige Einlage bzw. in das spätere Verbundrohr eindringenden Strahlung zu ermöglichen, sofern das Verbundrohr für pyrometrische Temperaturmessung eingesetzt wird.

[0025] Die Ausführungsform nach Figur 1b eignet sich auch als Verbundrohr ohne zusätzliche äußere Ummanntelung, dessen Herstellung in den Ansprüchen 7 bis 9 beschrieben ist; eine solche Anordnung ist insbesondere für pyrometrische Temperaturmessung geeignet.

[0026] Es ist jedoch auch möglich, auf die Oberflächenbeschichtung des Bandmaterials zu verzichten, wie sich aus Figur 1c ergibt; ein solches unbeschichtetes Einlagerohr kann als Vormaterial eines zu erstellenden Verbundrohres mit geschlossenem Außenmantel für die Übermittlung eines Mediums, beispielsweise Gas bzw. als Kanal für ein Kühlmedium eingesetzt werden; als vorteilhaft ist hierbei der Einsatz eines gegenüber dem jeweiligen Medium beständigen Werkstoffes anzusehen.

[0027] Figur 2a zeigt wiederum Ziehvorrichtung 1 mit Ziehdon 4, Dornstange 5 und Dornhalterung 6, wobei Ziehdon 4 von einer Matrize 8 in Matrizenhalterung 9 mit Abstand (Abstand ist auf die Wanddicken bzw. Endabmessung des zu erstellenden Verbundrohres abgestimmt) umgeben ist. Als Vormaterial ist nunmehr das in einem äußeren nahtlosen Mantel-Rohr 20 eingesteckte Einlagerohr 12 vorgesehen, wobei beide Rohre mit ihren vorderen Enden in der Spannzange 14 des Ziehschlittens 15 eingespannt sind. Durch Bewegung des Ziehschlittens 15 entlang der Ziehachse 3 in Richtung des Ziehpfeils 18 werden beide Rohre in radialer Richtung zur Ziehachse 3 gesehen so zusammengepreßt, daß ein Verbundrohr 22 den Bereich der Matrize 8 in Pfeilrichtung 18 verläßt; beim Zusammenpressen in radialer Richtung auf dem Ziehdon 4 wird die Oberflächenbeschichtung 19 stark geglättet, daß eine optimal reflektierende innere Oberfläche erreicht wird. Die Oberflächenbeschichtung ist gemäß Figur 2b mit Bezugsziffer 19 gekennzeichnet.

[0028] Figur 2c zeigt einen Längsschnitt des fertigen Verbundrohres; gemäß Figur 2c tritt direkte Strahlung 25 entlang der Rohrachse 23 ein, welche ohne Reflexion das Verbundrohr 22 durchläuft; Streustrahlung 26 (wie sie beispielsweise auch anhand der DE 36 05 737 A1 beschrieben ist), tritt dagegen außerhalb der Rohrachse 23 ein und wird mehrfach an der Oberflächenbeschichtung 19 innerhalb des Rohres reflektiert und tritt am Rohrende 24 in eine hier nicht dargestellte Detektoreinrichtung aus; als Detektoreinrichtung kann sich beispielsweise ein Pyrometer zur berührungsfreien Temperaturmessung eignen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall, das eine von einem äußeren, nahtlosen Rohr ummantelte rohrartige Einlage aufweist, wobei Einlage und äußeres Rohr teleskopartig ineinandergesteckt und dann durch Ziehen radial zusammengepreßt werden, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt ein Metall-Band, das auf wenigstens einer Bandseite eine Beschichtung aus Edelmetall aufweist, so in der Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die Innenfläche der zu erstellenden rohrförmigen Einlage bildet, wobei das Metallband mit einem Ende in einen gegenüber der Ziehvorrichtung beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehschlittens zu der rohrartigen Einlage gebogen wird, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht,

daß in einem zweiten Schritt, der als rohrförmige Einlage geformte Rohling in das äußere Rohr eingeschoben wird und
daß in einem dritten Schritt die ineinander geschobenen Rohre zusammen mit jeweils einem Ende in den Ziehschlitten eingespannt werden und mittels Ziehmatrize mit feststehendem Innendorn gemeinsam auf Endmaß gezogen werden, wobei durch radiales Zusammenpressen äußeres Rohr und rohrartige Einlage über Preß-Sitz miteinander verbunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Schritt die rohrförmige Einlage als Einlage-Rohr geformt wird, dessen Rohrmantel einen nahezu geschlossenen Spalt entlang der Rohr-Längs-Achse aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Schritt ein Metall-Band mit einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 0,8 mm und einer Breite im Bereich von 6 bis 30 mm zu einem Einlage-Rohr gebogen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im zweiten Schritt die rohrförmige Einlage mit einer Länge im Bereich von 0,5 m bis 6 m in das äußere Rohr eingeschoben wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im dritten Schritt der Durchmesser sowohl der rohrartigen Einlage als auch des Mantel-Rohrs um 5 bis 50 % verringert werden.

6. Verfahren zur Herstellung eines Verbund-Rohres aus Metall, das durch Ziehen radial zusammengepreßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Metall-Band mit einer mit Edelmetall beschichteten Bandseite in eine Ziehmatrize einer Ziehvorrichtung mit feststehendem Innendorn eingebracht, mit einem Ende in einen gegenüber der Ziehvorrichtung beweglichen Ziehschlitten eingespannt und durch Bewegung des Ziehschlittens zu einem Verbund-Rohr mit nahezu geschlossenem Längsspalt gebogen wird, wobei die Breite des Bandes zumindest näherungsweise dem mittleren Umfang der rohrartigen Einlage entspricht und das Metall-Band so in der Ziehvorrichtung geführt wird, daß die beschichtete Bandseite die Innenfläche des zu erstellenden Verbund-Rohrs bildet.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Metall-Band mit einer Dicke im Bereich von 0,1 bis 0,8 mm und einer Breite im Bereich von 6 bis 30 mm zu dem Verbund-Rohr gebogen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbund-Rohr mit einer Länge bis zu 6 m gezogen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Ziehvorgang oder die Ziehvorgänge bei Raumtemperatur erfolgen.
10. Verbundrohr hergestellt nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Oberfläche des Verbundrohres mit einer Beschichtung aus Edelmetall versehen ist.
11. Verbundrohr nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung des Verbundrohres aus Gold besteht.
12. Verbundrohr nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine Dicke im Bereich von mindestens 0,1 µm aufweist.
13. Verbundrohr hergestellt nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einlage-Rohr einen längs der Rohrachse verlaufenden nahezu geschlossenen Spalt aufweist.
14. Verbundrohr nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sein Innendurchmesser im Bereich von 1,5 bis 9 mm und sein äußerer Durchmesser im Bereich von 2 bis 10 mm liegt.
15. Verbundrohr nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für die rohrförmige Einlage Buntmetall, insbesondere Messing

oder Kupfer, Edelmetall oder Edelstahl eingesetzt wird.

16. Verbundrohr nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für das äußere Rohr Edelstahl oder Buntmetall, insbesondere Kupfer oder Messing, eingesetzt wird. 5
17. Verbundrohr hergestellt nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sein Innendurchmesser im Bereich von 1,5 bis 9 mm und sein äußerer Durchmesser im Bereich von 2 bis 10 mm liegt. 10
18. Verwendung eines Verbundrohres nach einem der Ansprüche 10 bis 17 zur Übertragung von Strahlung entlang der Rohrachse durch Reflexion wenigstens eines Teils der Strahlung an der inneren Oberfläche des Verbundrohres. 15
19. Verwendung eines Verbundrohres nach Anspruch 18 zur Übertragung von Infrarot-Strahlung für Temperaturmessung. 20

25

30

35

40

45

50

55

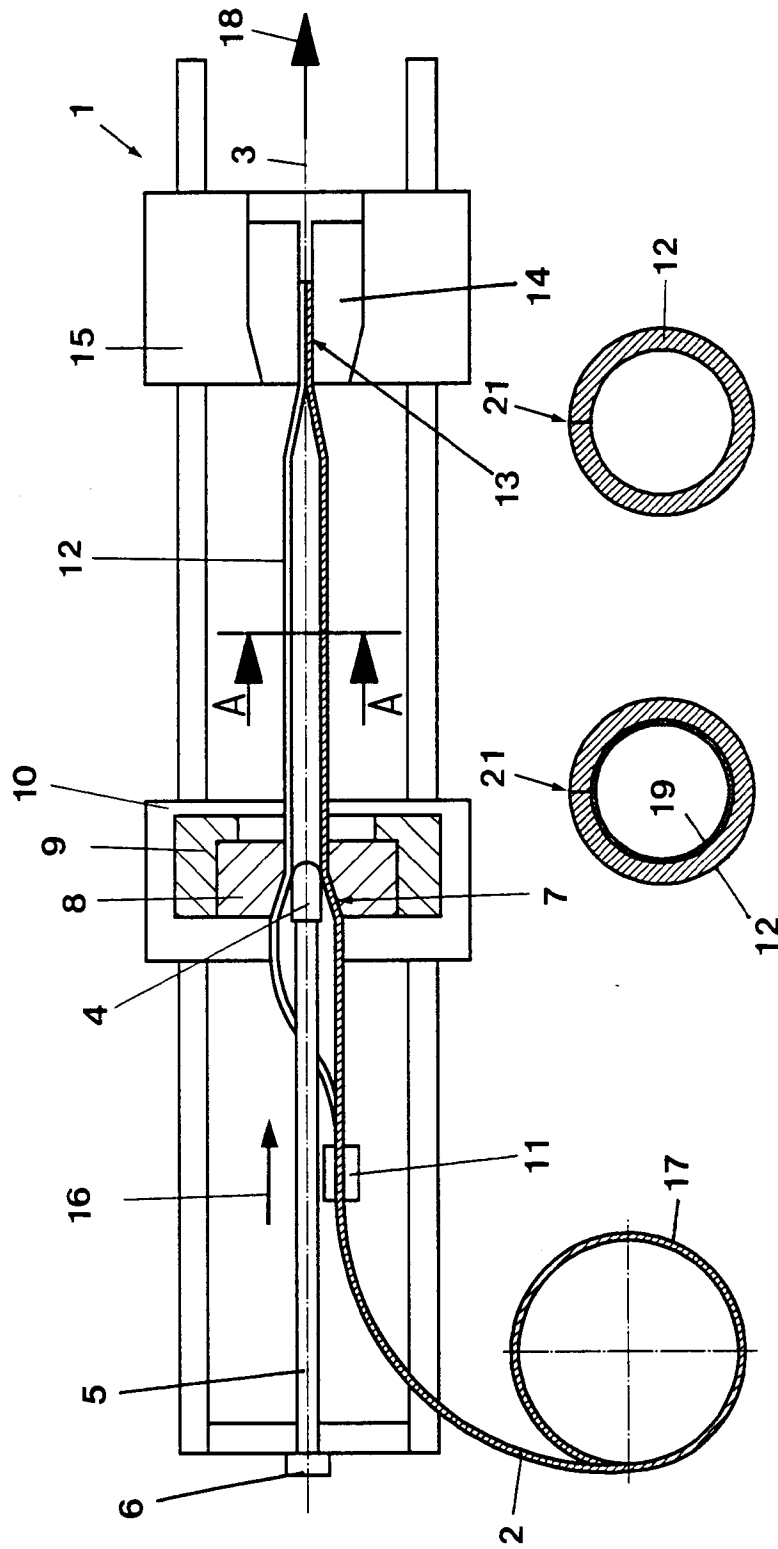


Fig. 1c

Fig. 1b

Fig. 1a

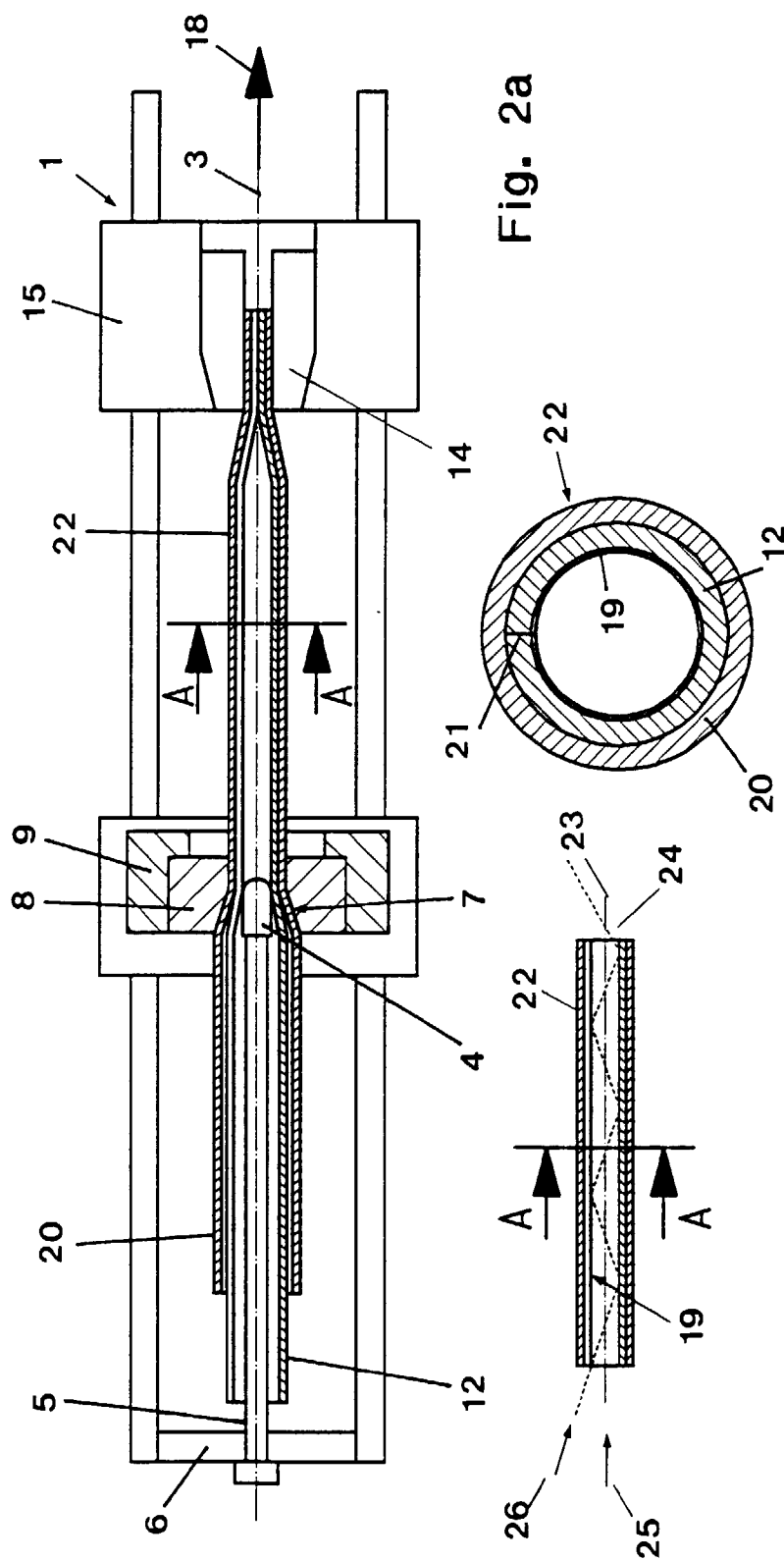


Fig. 2a

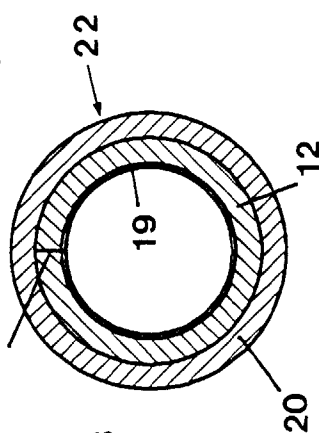


Fig. 2b

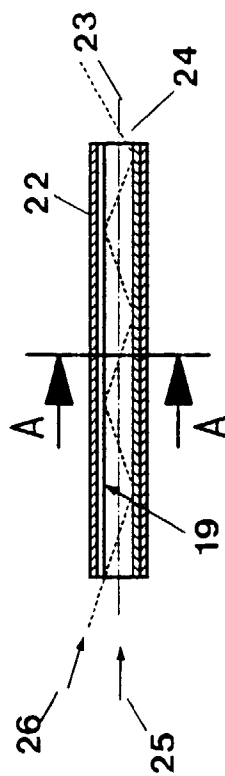


Fig. 2c