



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

217 138

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 09 03 81
(21) PV 1687 - 81

(51) Int. Cl.¹ B 21 D 26/00

(40) Zveřejněno 26 02 82

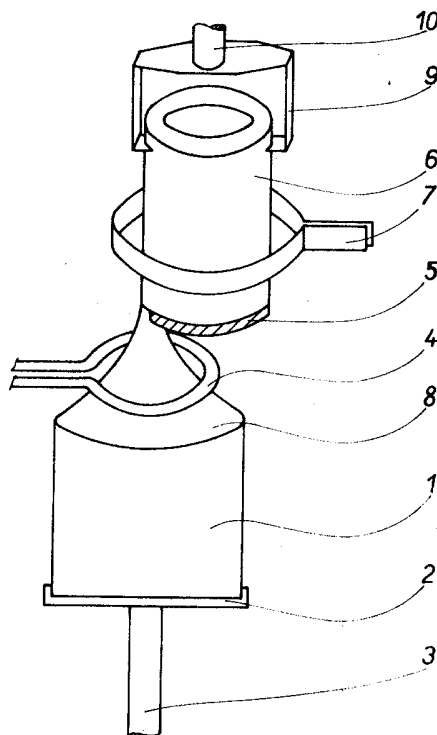
(45) Vydáno 01 09 84

(75)

Autor vynálezu MÍČKA IVAN prom.fyz., ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

(54) Způsob zhotovení trubky z tyče

Vynález řeší zhotovení trubky z tyče pomocí taveniny, která se nachává zatuhnout ve tvaru trubky nebo profilu. Podstatou vynálezu je bezkelímkové postupné tavení tyče a postupné zatuhávání taveniny do tvaru trubky bez použití jakékoliv jiné pevné látky, jež by byla ve styku s taveninou. Takto je možno zhotovit trubku prakticky libovolného průměru a libovolné síly stěny, s podélnými i příčnými otvory ve stěně trubky. Způsob je možno použít jak v gravitačním poli, tak v beztlížném stavu.



Vynález řeší způsob zhotovení trubky z tyče pomocí taveniny, která se nechává zatuhnout ve tvaru trubky nebo profilu.

Nejstarší všeobecně známé způsoby tento problém řeší třískovým obráběním. Výhodou těchto způsobů je možnost zhotovení přesných tvarů trubek. Nevýhodou je odpad, který lze jen s obtížemi převést znovu na tyč nebo trubku.

Zhotovit trubku bez odpadu lze tvářením za tepla nebo studena pomocí trnu, který tyč postupně podél protlačí, přičemž stěny trubky se mohou válcovat nebo lisovat. Nevýhodou tohoto způsobu je omezená možnost použití na kujné nebo měkké materiály a nutnost použití trnu, válců a přípravků z jiných tvrdších materiálů opracovaných pracovními způsoby.

Pro nekujné materiály jsou běžně používány metody lití taveniny do forem po předchozím roztavení tuhé látky v kelímku, respektive přímé tažení trubky z taveniny v kelímku přes matrici uloženou na hladině taveniny nebo v tavenině. Všechny tyto způsoby vyžadují použití jiných materiálů než je materiál taveniny, přičemž technické požadavky na tyto materiály jsou jen s obtížemi splnitelné. Jde o požadavky nerozpustnosti v tavenině, ze které chceme připravit trubku, požadavek nesmáčivosti taveninou, požadavky na tepelnou roztažnost odpovídající zatuhnuté trubce a podobně. Většinou jen částečně splnitelné požadavky na tyto materiály vedou k tomu, že životnost formy, kelímku a matrice jsou omezené a často mohou být použity jen pro zhotovení jedné trubky. Dochází také ke znečištění taveniny materiálem kelímku, formy nebo matrice a tak lze dosud, např. křemíkové trubky zhotovit jen s omezenou čistotou křemíku.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob zhotovení trubky z tyče podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že mezi alespoň jednou tyčí posunující se k tepelnému zdroji, umístěnému proti jednomu konci tyče a trubkou, vzdalující se od tepelného zdroje, se vytváří postupným tavením konce alespoň jedné tyče sloupec nebo více sloupců taveniny smáčející jak konec alespoň jedné tyče, tak část čela trubky. Řízeným pohybem sloupce taveniny nebo více sloupců taveniny po čele trubky se nechá tavenina řízeným způsobem pomocí vytvořeného teplotního gradientu v trubce na čele trubky ve vrstvě zatuhávat.

Materiál jednotlivých tyčí nemusí mít stejné chemické složení.

Čelo trubky, která je postupně smáčeno taveninou, může být monokrystalické nebo má orientovanou krystalografickou strukturu.

Kromě tepelného zdroje je možno použít k tavení tyče další tepelný zdroj pro vytvoření teplotních gradientů v trubce.

Výhodou zhotovení trubky z tyče podle vynálezu jsou možnosti zhotovení trubky prakticky libovolného průřezu a libovolné síly stěny, např. kruhového průřezu, téměř obdélníkového průřezu, oválného průřezu, kónusového tvaru atd. Je možné zhotovit trubky s podélnými i příčnými otvory ve stěně trubky. Čistota materiálu trubky může být v podstatě určena jen čistotou materiálu výchozí tyče, neboť tavenina je ve styku jen s materiálem trubky a s plyny nebo vakuem okolního prostředí. Je přitom možno použít inertních plynů nebo dokonce plynů majících redukční vlastnosti.

Další výhodou tohoto vynálezu je to, že může být k tavení a k ohřevu použito různých způsobů ohřevu a ke zmenšení ztrát vyzařováním může být snadno použito zrcadel. Tím, že tavenina na čele tuhnutí není ve styku se žádným jiným tuhým materiálem než je materiál trubky, je usnadněna krystalizace se zvolenou krystalografickou strukturou.

Způsob zhotovení trubky z tyče je vysvětlen na příkladech a objasněn pomocí výkresů.

Na obr. 1 je svislá tyč 1, např. z křemíku, může se však jednat i o jiný polovodič, kov, nebo jinou pevnou látku, upevněná na spodním konci v držáku 2 spojeném s hřídelí 3. Hřídel 3 může vykonávat rotační pohyb a může se posouvat nastavitelnou rychlostí směrem k ohřívací indukční cívce 4, která umožňuje tavit horní konec tyče 1. Souběžně proti tyči 1 je trubka 6 předeřhřívána indukční cívkou 4 nebo i ohřívací indukční cívkou 7. Část čela trubky 6 část čela trubky 6 se smočí v tavenině na konci tyče a vytvoří se zcela protavený sloupec taveniny 8. Tvar sloupce taveniny 8 je dán povrchovým napětím na povrchu taveniny a na ob-

vodě styku taveniny s povrchem tyče 1 a s povrchem čela trubky 6, hydrostatickými a hydrodynamickými silami v tavenině, respektive i elektrodynamickými silami mezi proudy indukovanými ve sloupci taveniny 8 a proudy v ohřívací indukční cívkě 4 při indukčním tavení. Ohřívací indukční cívka 4, resp. 7 slouží současně k vytvoření gradientů teploty v trubce 6, které při vzdalování trubky 6 od konce tyče 1 vedou k zatuhávání taveniny na čele trubky 6. Pohybem sloupce taveniny 8 po čele trubky 6 souběžně s vnitřním nebo vnějším obvodem trubky 6 nastavitelnou rychlostí a směrem se tavenina nechá pomoci vytvořeného teplotního gradientu v trubce 6 a nastavitelné rychlosti vzdalování trubky 6 od ohřívací indukční cívky 4 ve vrstvě zatuhávat ve tvaru nové trubky 5. Objem taveniny ve sloupci 8 může být kontinuálně doplňován o úbytek, který zatuhává na čele trubky 6 pomocí posunu tyče 1 směrem k ohřívací indukční cívce 4, ve které se tyč 1 postupně roztavuje. Trubka 6 je uchycena v držáku 9 spojeném s hřídelí 10. Hřídel 10 může vykonávat jednak nastavitelný rotační pohyb v obou směrech, jednak se může posouvat souběžně s tyčí 1 v obou směrech nastavitelnou rychlostí, případně se může pohybovat i ve směrech kolmých k hřídeli 10, čímž je umožněno, aby sloupec taveniny 8 se pohyboval po čele trubky 6 libovolného průřezu a narůstající trubka 5 měla předem zvolený tvar a třeba i proměnnou sílu stěny. K tavení a k ohřevu může být použito i jiných způsobů ohřevu, např. elektronového bombardování, tavení a ohřevu světlem, tavení plazmou a podobně, nebo může být použito kombinace těchto a jiných ohřevů.

Na obr. 2 je trubka 6 zhotovována již popsaným způsobem ze dvou tyčí 1' a 1", ze kterých se vytváří dva sloupce taveniny 8' a 8" mezi konci tyčí 1' a 1" a čelem trubky 6'. Tyto tyče nemusí mít stejné chemické složení. Pohybem obou sloupců taveniny 8' a 8" po čele trubky 6', která se vzdaluje od zdrojů tavení 4' a 4" zatuhávají vrstvy 5' a 5" a vzniklá trubka 6' může být složena ze dvou různých materiálů. Analogicky může být ke zhotovení trubky použito tří nebo více tyčí.

Čelo trubky 6', které se použije pro zhotovení trubky 6' pomocí tohoto vynálezu, může být monokrystalické nebo může mít orientovanou krystalografickou strukturu. Pomocí regulace rychlosti narůstání trubky 6' a gradientů teploty v trubce 6' obvyklých při tažení válcových monokrystalů nebo orientované krystalografické struktury je možno opakovat strukturu původního čela trubky 6' a zhotovit monokrystal ve tvaru trubky 6' a jiné krystalograficky orientované trubky, např. teetury.

Vynález je zvláště vhodný pro zhotovení trubek a profilů z polovodičových materiálů nebo trubek ze zvláště čistých kovů. Tím, že objem taveniny může být vůči objemu zhotovené trubky mnohonásobně menší, je spotřeba energie potřebná k udržení zvoleného objemu taveniny ve sloupci taveniny rovněž relativně nízká. Je možné zhotovit plášťované trubky nebo trubky vrstevnatě složené ze dvou nebo více různých materiálů. Způsob je možno použít jak v gravitačním poli, tak v beztlákovém stavu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

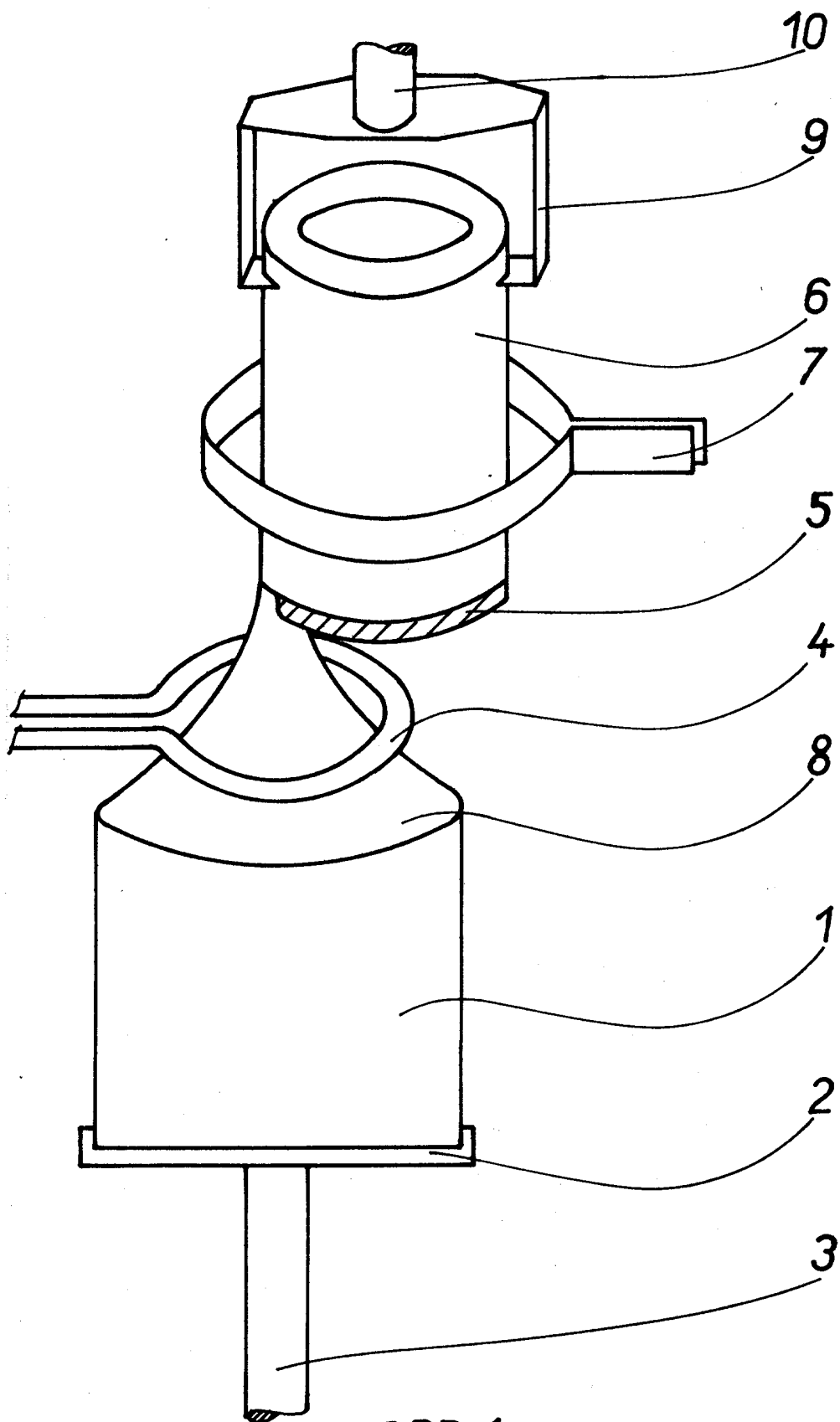
1. Způsob zhotovení trubky z tyče, vyznačený tím, že mezi alespoň jednou tyčí (1, 1', 1") posunující se k tepelnému zdroji (4, 4', 4"), umístěnému proti jednomu konci tyče (1, 1', 1") a trubkou (6, 6') vzdalující se od tepelného zdroje (4, 4', 4"), vytváří se se postupným tavením konce alespoň jedné tyče (1, 1', 1") sloupec nebo více sloupců taveniny smáčející jak konec alespoň jedné tyče (1, 1', 1"), tak část čela trubky (6, 6'). přičemž řízeným pohybem sloupce taveniny nebo více sloupců taveniny po čele trubky (6, 6') se nechá tavenina řízeným způsobem pomocí vytvořeného teplotního gradientu v trubce na čele trubky ve vrstvě zatuhávat.

2. Způsob zhotovení trubky z tyče dle bodu 1., vyznačený tím, že materiál jednotlivých tyčí (1, 1', 1") nemusí mít stejné chemické složení.

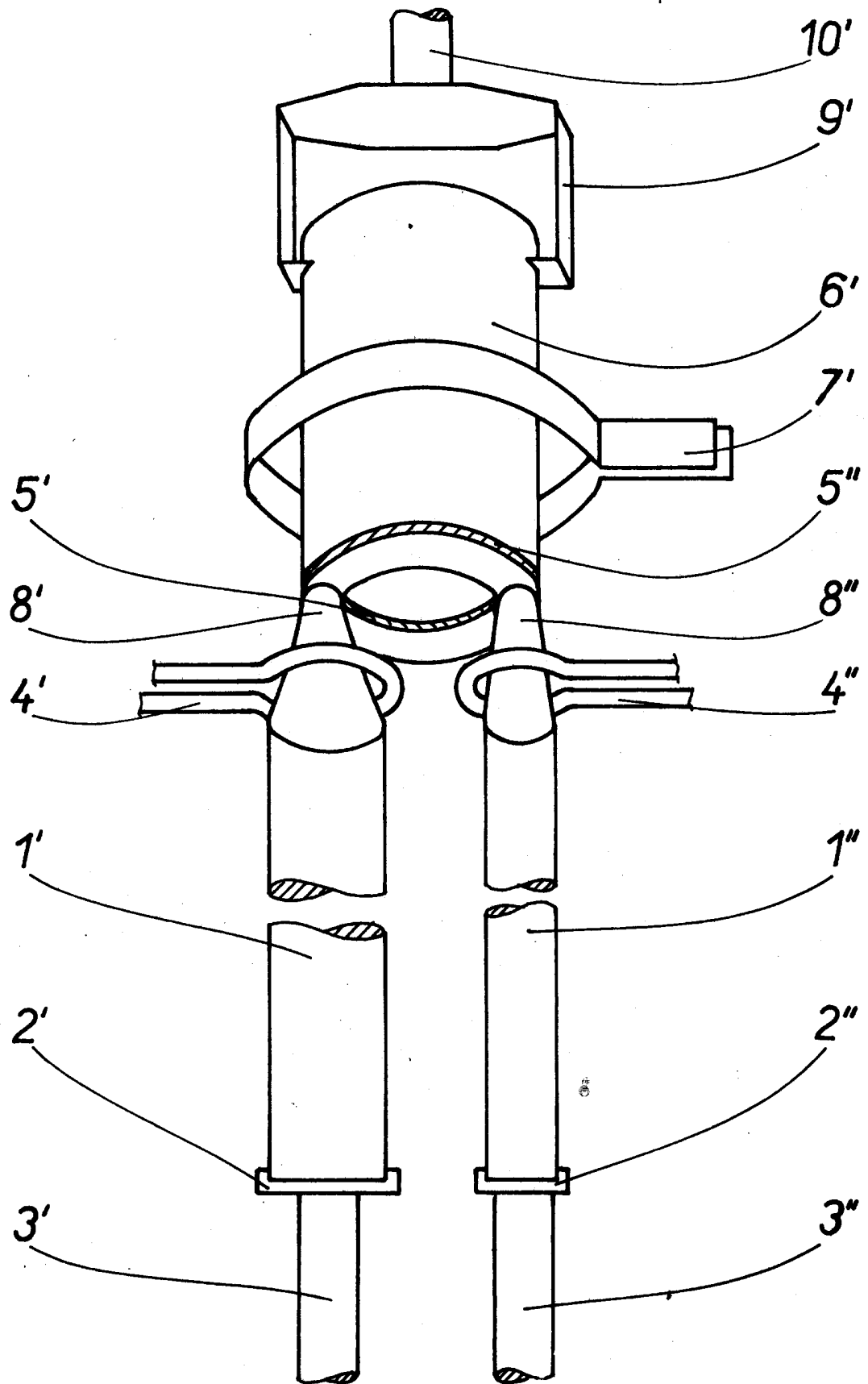
3. Způsob zhotovení trubky z tyče dle bodů 1. a 2., vyznačený tím, že čelo trubky (6'), které je postupně smáčeno taveninou je monokrystalické nebo má orientovanou krystalografickou strukturu.

4. Způsob zhotovení trubky z tyče dle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že kromě tepelného zdroje (4', 4") se použije k tavení tyče (1', 1") další tepelný zdroj (7') pro vytvoření teplotních gradientů v trubce (6') .

2 výkresy



OBR. 1



OBR. 2