



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

242 447

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 09 84
(21) PV 6593-84

(51) Int. Cl.4

C 30 B 35/00

(40) Zveřejněno 31 08 85
(45) Vydáno 01 12 87

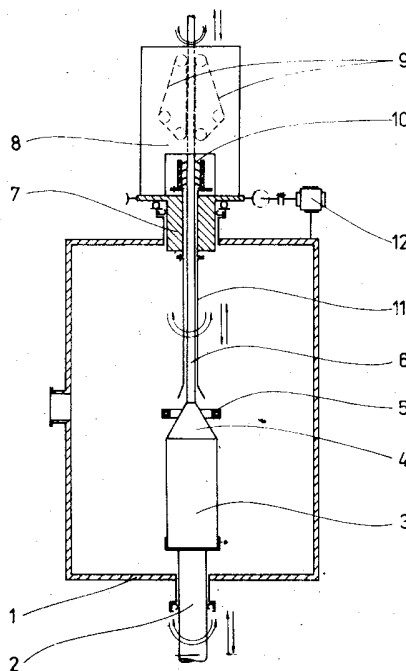
(75)
Autor vynálezu

LEHMANN WOLFGANG dipl.ing.; KADEN HORST;
WÄCHTLER HORST, FREIBERG (DD); SASÁK MIROSLAV;
SMEJKAL VILÉM RNDr., ROŽNOV POD RADHOŠTĚM (CS);
SCHUBERT ROLAND ing., FREIBERG (DD);
ZÁTOPEK FRANTIŠEK ing., ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

(54)

Zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí

Podstata zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí, zejména nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí podle vynálezu spočívá v tom, že tenká křemíková tyč, jež je současně tažicí tyčí zařízení, prochází komorou zařízení přes vakuové nebo plynové těsnění sestávající z jednoho nebo několika za sebou jdoucích pružných těsnění a tažicí mechanismus, tvořený párem ozubených řemenů ze dvou protilehlých stran pružně tlačících a pevně obepínajících tenkou křemíkovou tyč. Tažicí mechanismus je uložen na rotující nosné přírubě, která těsně uzavírá otvor v horní ploše komory zařízení. S rotující nosnou přírubou je pevně spojeno jedno nebo více pružných těsnění těsnících otvor pro průchod křemíkové tyče a vodící trubka, jejíž délka je nejméně 150 mm a jejíž vnitřní průměr je o 2 mm větší než střední průměr tenké křemíkové tyče. Je účelné, aby k jedné komoře zařízení byly připojeny 2 až 4 tažicí mechanismy s rotujícími nosnými přírubami.



Vynález se týká zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí, zejména pro výrobu nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí nebo pro téměř kontinuální výrobu většího počtu tenkých křemíkových tyčí.

Pro výrobu polykrystalického křemíku jsou nutné tenké křemíkové tyče, nazývané též jádra. Při všeobecně známém způsobu výroby polykrystalického křemíku dochází při termickém rozkladu halogensilanů k usazování křemíku na těchto tenkých křemíkových tyčích, jejichž průměr je obvykle 4 - 6 mm. Z ekonomických důvodů je třeba, aby tenké křemíkové tyče dosahovaly určité délky, přičemž z technologických důvodů je nutné v maximální míře dodržovat jejich přímost a konstantní průměr. Při výrobě tenkých křemíkových tyčí délky nad 1 m to již představuje značný problém. Výroba tenkých křemíkových tyčí se obecně provádí v evakuované nebo inertním plynem napuštěné komoře tak, že pomocí tažicí tyče je z taveniny nebo ze zásobního křemíkového ingotu vytahováno jádro. Zvětšení délky tenkých křemíkových tyčí vyžaduje nutně také zvětšení délky tažicí tyče a tím i celého zařízení a kromě toho i vestavění přípravku pro podporu tenké křemíkové tyče. Jsou též známy způsoby, které nahrazují tažicí tyč tažným navíjecím mechanismem nebo kuličkovým ložiskem. Je známo i zařízení na výrobu nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí, popř. kontinuální výrobu většího počtu tenkých křemíkových tyčí, např. pat USA 3,254.468, které používá tenké křemíkové tyče současně jako tažicí tyče zařízení. Toto řešení, u kterého je tažicí mechanismus uvádějící tenkou křemíkovou tyč do posuvného a rotačního pohybu tvořen párem kladek pružně tlačným k tenké křemíkové tyči z protilehlých stran, nechrání vytahovanou tenkou křemíkovou tyč proti vyosení. Nedostatkem tohoto zařízení je rovněž těsnění komory v místě průchodu tenké křemíkové tyče, které je

pevně spojeno s komorou zařízení a vůči kterému tedy tenká křemíková tyč vykonává nejen posuvný, ale i rotační pohyb.

Uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí, zejména nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí z křemíkové taveniny nebo zásobního křemíkového ingotu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že tenká křemíková tyč, jež je současně tažicí tyčí zařízení, prochází komorou zařízení přes vakuové nebo plynové těsnění sestávající z jednoho nebo několika za sebou jdoucích pružných těsnění a tažicí mechanismus, tvořený párem ozubených řemenů ze dvou protilehlých stran pružně tlačících a pevně obepínajících tenkou křemíkovou tyč. Tažicí mechanismus je uložen na rotující nosné přírubě, která těsně uzavírá otvor v horní ploše komory zařízení a která je pevně spojena s vakuovým nebo plynovým těsněním, sestávajícím z jednoho nebo několika za sebou jdoucích pružných těsnění. Rotující nosná příruba je pevně spojena s vodící trubkou, jejíž délka je nejméně 150 mm a jejíž vnitřní průměr je o 2 mm větší než střední průměr tenké křemíkové tyče. K jedné komoře zařízení jsou připojeny 2 až 4 tažicí mechanismy s rotujícími nosnými přírubami.

Výhoda navrženého zařízení pro tažení tenkých křemíkových tyčí spočívá v tom, že tažicí mechanismus tvořený párem ozubených řemenů pružně tlačících a pevně obepínajících tenkou křemíkovou tyč připevněný spolu s vodící trubkou k rotující nosné přírubě brání vychýlení tenké křemíkové tyče v průběhu tažení, a tím umožňuje výrobu tenké křemíkové tyče libovolné délky s přísnými tolerancemi geometrických parametrů. Těsnění komory v místě průchodu tenké křemíkové tyče rotuje společně s tenkou křemíkovou tyčí, takže vzájemně vykovávají pouze posuvný pohyb, což zabraňuje poruchám funkce těsnění vlivem nerovností povrchu tenké křemíkové tyče a tím nežádoucímu vniknutí vzduchu do komory zařízení.

Na přiložených výkresech je znázorněn příklad zařízení pro tažení tenkých křemíkových tyčí podle předloženého vynálezu. Na obr. 1 je schematicky znázorněno celé zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí s jedním tažicím mechanismem. Na obr. 2 je znázorněn nárys a na obr. 3 půdorys tažicího mechanismu.

Jak vyplývá z obr. 1, provádí se tažení tenkých křemíkových tyčí 6 v evakuované nebo inertním plynem napuštěné komoře 1 zařízení, v jejíž spodní části je otvor pro hřídel 2 opatřenou me-

chanismy umožňujícími její rotační a posuvný pohyb. Na horním konci hřídele 2 je upevněn zásobní křemíkový ingot 3, jenž svým horním koncem dosahuje úrovně induktoru 5. Na horní ploše komory 1 je nad otvorem pro hřídel 2 otvor pro uložení rotující nosné příruby 7, která tento otvor těsně uzavírá a která je přes šnekové soukolí poháněna motorem 12. Rotující nosná příruba 7 je pevně spojena s vodicí trubicí 11, zamezující vyosení tenké křemíkové tyče 6, s těsněním otvoru pro průchod tenké křemíkové tyče 6 z komory 1 zařízení, jež sestává z jednoho nebo více pružných těsnění 10 a s tažicím mechanismem 8, jehož ozubené řemeny 9 pružně tlačí z protilehlých stran na tenkou křemíkovou tyč a pevně ji obepínají. Je zřejmé, že sepnutím motoru 12, jenž pohání rotující nosnou přírubu 7 s tažicím mechanismem 8, se současně uvede do rotačního pohybu i tenká křemíková tyč 6, pružné těsnění 10 a vodicí trubka 11. Posuvný pohyb tenké křemíkové tyče 6 obstarává tažicí mechanismus 8, jehož funkce je patrna z obr. 2 a obr. 3. Ozubené řemeny 9, opatřené na vnější ploše drážkami umožňujícími dokonalý kontakt s tenkou křemíkovou tyčí 6, jsou poháněny motorem 13 přes hnací ozubená kola 14. Dráha působení ozubených řemenů 9 na tenkou křemíkovou tyč je vymezena hnanými ozubenými koly 15, přičemž jeho stálé pnutí je zajištěno pružně uloženými ozubenými koly 16. Pružný tlak ozubených řemenů 9 na tenkou křemíkovou tyč 6 je dosažen působením alespoň jednoho páru ozubených kladek 17, které pomocí pružin 18 přichyceným k pákám 19 na čepech 20 přitlačují ozubené řemeny 9 k tenké křemíkové tyči 6. Pohyb ozubených kladek 17 v čepech 20 je omezen zářkami 21 vymezujícími sousost tažicího mechanismu s vodicí trubicí 11.

Před zahájením tažení se vsune tenká křemíková tyč 6, jejíž délka je rovna alespoň vzdálenosti horního konce tažicího mechanismu 8 od induktoru 5, přes tažicí mechanismus 8, pružné těsnění 10 a vodicí trubku 11 do komory 1 zařízení. Vysokofrekvenční proudy protékající induktorem 5 indukují na horním konci zásobního křemíkového ingotu 3 vířivé proudy, které jej zahřívají, až dojde k jeho roztavení a vytvoření kapky taveniny 4. Tenká křemíková tyč 6 se pak přiblíží ke kapce taveniny 4 a po jejím roztavení lze zahájit tažení. Tenká křemíková tyč 6 se uvede do rotačního pohybu rychlostí 10 až 50 ot/min sepnutím motoru 12, jenž pohání rotační nosnou přírubu 7, a do posuvného pohybu rychlostí 14 až 22 mm/min sepnutím motoru 13, jenž pohání ozubené

řemeny 2. Nad úrovní induktoru 5 dochází k zatuhávání části kapky taveniny 4 do tvaru tenké křemíkové tyče, jejíž průměr je funkcí rychlosti jejího posuvného pohybu, posuvného pohybu hřídele 2 a průměru zásobního křemíkového ingotu 3. V případě použití zásobního křemíkového ingotu 3 o průměru větším než 20 mm, nebo při použití induktoru 5 asymetrického tvaru je výhodné nechat hřídel 2 rotovat rychlostí 1 až 10 ot/min.

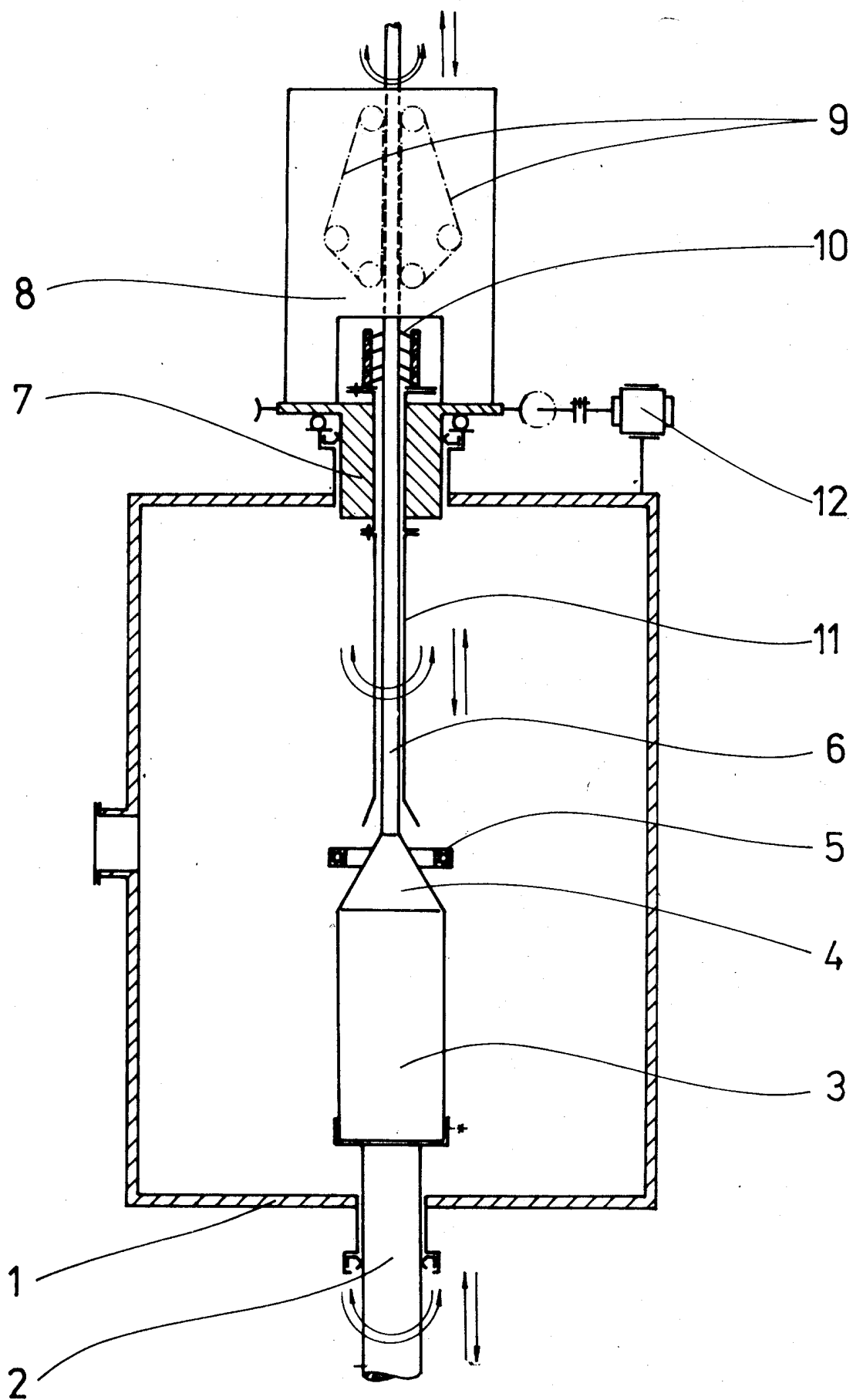
Využití vynálezu umožňuje výrobu nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí nebo téměř kontinuální výrobu většího počtu tenkých křemíkových tyčí libovolné délky s přísnými tolerancemi geometrických parametrů, jež jsou používány při známém způsobu výroby polykrystalického křemíku rozkladem halogensilanů na křemíkových jádrech. Vynález lze aplikovat na libovolné zařízení pro letmou zonální tavbu s indukčním ohřevem.

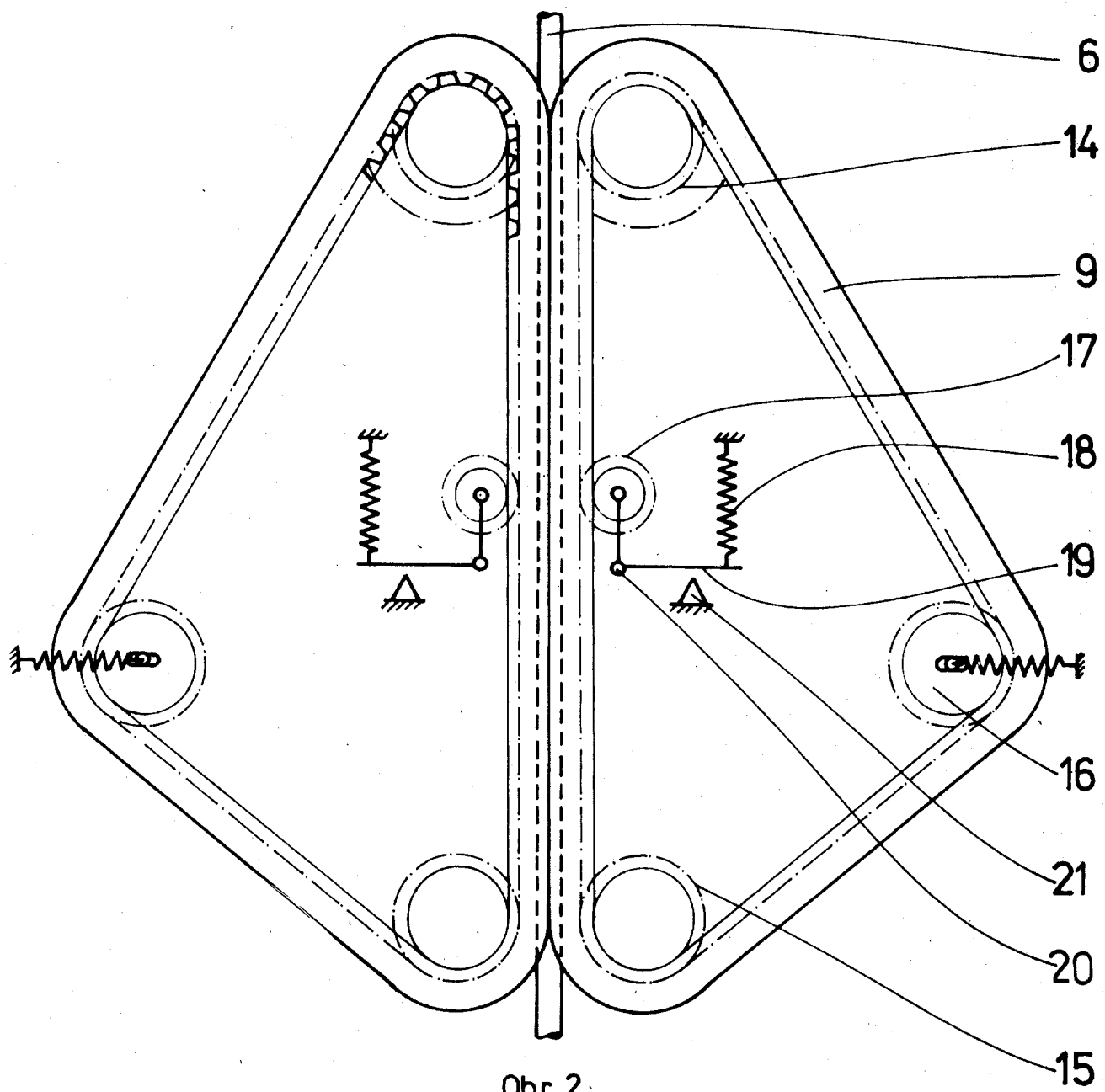
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

242 447

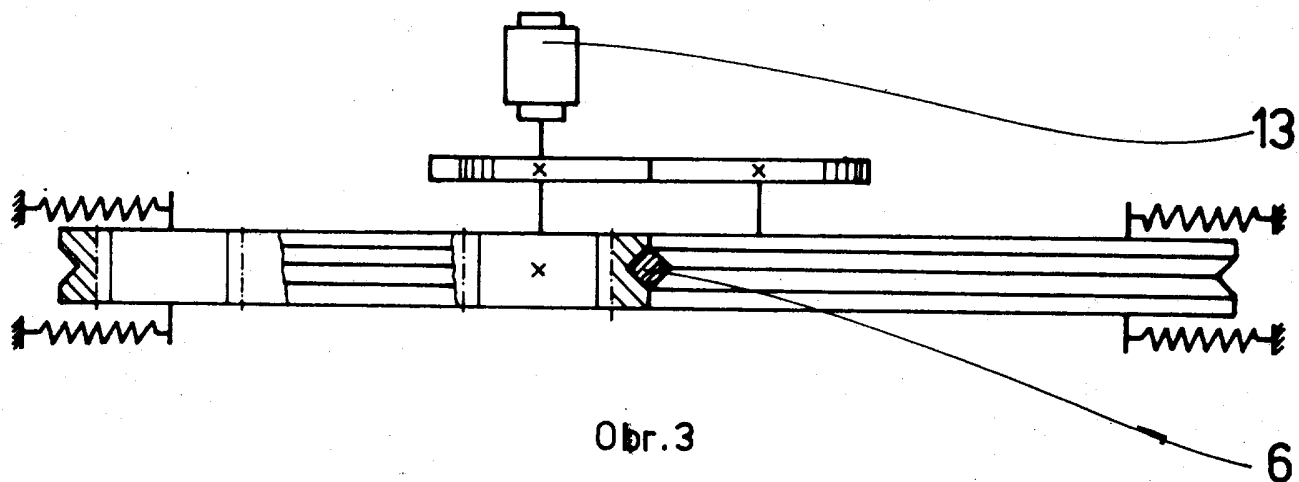
1. Zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí, zejména nekonečně dlouhých tenkých křemíkových tyčí z křemíkové taveniny nebo zásobního křemíkového ingotu vyznačené tím, že tenká křemíková tyč /6/, jež je současně tažicí tyčí zařízení, prochází komorou /1/ zařízení přes vakuové nebo plynové těsnění sestávající z jednoho nebo několika za sebou jdoucích pružných těsnění /10/ a tažicí mechanismus /8/ tvořený párem ozubených řemenů /9/ ze dvou protilehlých stran pružně tlačících a pevně obepínajících tenkou křemíkovou tyč /6/.
2. Zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí podle bodu 1 vyznačené tím, že tažicí mechanismus /8/ je uložen na rotující nosné přírubě /7/, která těsně uzavírá otvor v horní ploše komory /1/ zařízení a která je pevně spojena s vakuovým nebo plynovým těsněním sestávajícím z jednoho nebo několika za sebou jdoucích pružných těsnění /10/.
3. Zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí podle bodů 1 a 2 vyznačené tím, že rotující nosná příruba /7/ je pevně spojena s vodící trubicí /11/, jejíž délka je nejméně 150 mm a jejíž vnitřní průměr je o 2 mm větší než střední průměr tenké křemíkové tyče /6/.
4. Zařízení pro výrobu tenkých křemíkových tyčí podle bodů 1, 2 a 3 vyznačené tím, že k jedné komoře /1/ zařízení jsou připojeny 2 až 4 tažicí mechanismy /8/ s rotujícími nosnými přírubami /7/.

2 výkresy





Obr. 2



Obr. 3