



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

248 696

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 02 85
(21) PV 1114-85

(51) Int. Cl.⁴

C 30 B 15/20

(40) Zveřejněno 17 07 86
(45) Vydáno 01 08 88

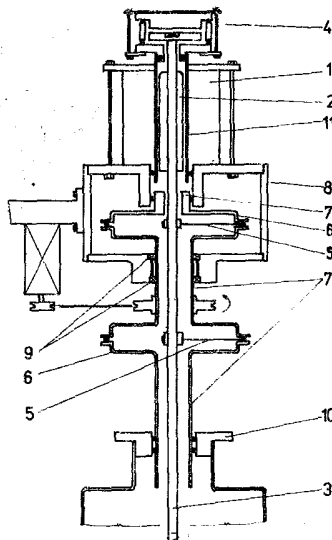
(75)
Autor vynálezu

HORÁK JIŘÍ, HRUBÁ SKÁLA,
MATĚCHA JAROMÍR ing. TURNOV,
PERNER BOHUMIL ing. CSc., OHRAZENICE

(54)

Zařízení pro automatické řízení hmotnostní
rychlosti růstu monokrystalu při tažení
z taveniny

Zařízení pro automatické řízení hmotnostní rychlosti růstu monokrystalů při tažení z taveniny, umožňující automatizované pěstování bezdefektních monokrystalů, sestávající z vážicí hlavice, zdroje proudu, obvodu čidla výchylky, tažící tyče a regulátoru průměru krystalu, kde cíle je dosaženo tím, že vážicí hlavice je tvořena cívkou (1) elektromagnetu pro kompenzaci hmotnosti krystalu a tažící tyčí (3), zakončené jádrem (2) elektromagnetu, v jejím prodloužení umístěnou střední elektrodou čidla (4) výchylky, tvořeného diferenciálním kapacitním snímačem, který je propojen se zdrojem vysokofrekvenčního napětí ze stabilního oscilátoru a dále detekčním obvodem, jehož výstup je přes regulátor (28) propojen se zdrojem proudu elektromagnetu a regulátor (28) průměru krystalu je přes měšicí odpor (21) proudu elektromagnetu připojen přes filtrační člen (22) současně s výstupem kompenzačního integrátoru (24) na vstup komparátoru (23), vstup kompenzačního integrátoru (24) je přes jazýčkové relé (25) spojen s výstupem komparátoru (23) a cívky (26) jazýčkového relé (25) je spojena s časovým spínačem (27), přičemž ke komparátoru (23) je dále připojen regulátor (28) teploty v peci, včetně regulátoru programu růstu krystalu, případně regulátoru rychlosti tažení.



Vynález se týká zařízení pro automatické řízení hmotnostní rychlosti růstu monokrystalu při tažení z taveniny.

Tažení monokrystalů z taveniny se v různých modifikacích používá v současné době nejčastěji k průmyslové přípravě různých druhů monokrystalů, jako např. polovodivých látek (křemík, galiumarsenid, galiumfosfid, germanium...), nebo látek dielektrických kysličnickového typu (safír, rubín, granáty ytrito hlinité, galito gadolinité, alumináty vzácných zemin s perovskitovou strukturou, niobáty, tantaláty, germanáty, wolframáty...). Růst probíhá obecně takovým způsobem, že zárodek monokrystalu daného materiálu ve formě orientované tyčinky upevněný na tažící zařízení, rotující okolo své osy se při rovnovážné teplotě dotkne taveniny výchozího materiálu, umístěné většinou v kelímku, a potom se vytahuje rychlostí optimální pro daný materiál za současného snižování teploty taveniny. Tím dochází k pozvolnému narůstání krystalů na žádaný průměr, který je potom zapotřebí zachovat co nejvíce konstantní. Růst probíhá často v prostoru s definovanou ochrannou atmosférou nebo ve vakuu. Pokud se pěstování provádí na zařízení s manuální kontrolou růstu krystalů a ručním ovládáním teploty taveniny a rychlosti tažení, jako prostředků pro ovládání rychlosti růstu krystalu, mají vypěstované krystaly řadu strukturních poruch, optických defektů a nepravidelný tvar, protože pozorováním krystalu nelze včas a dosti citlivě zaznamenat změny v růstu krystalu a včas na ně reagovat zásahy do teploty a rychlosti tažení. Navíc vyžaduje ruční způsob pěstování velice pečlivou obsluhu a vyšší počet pracovníků.

Z těchto důvodů jsou v posledních letech vyvíjeny různé typy pěstovacích zařízení vybavených různými systémy, které umožňují automatickou kontrolu rychlosti růstu krystalu, tím snižují potřebnou pracnost a zvyšují podstatně celkovou efektivnost přípravy krystalů.

Zařízení jsou konstruována zejména na těchto principech: optické snímání průměru krystalu, snímání poklesu úrovně hladiny taveniny v kelímku, rentgenografické měření průměru krystalu, snímání úbytku hmotnosti taveniny v kelímku a snímání přírůstku hmotnosti krystalu. Snímané veličiny se zpracovávají v elektronických regulátorech a po porovnání s naprogramovanými hodnotami se diferenční signál používá k ovládání teploty taveniny nebo rychlosti tažení, někdy obojího. Jednotlivé principy mají své přednosti a nedostatky, liší se v citlivosti a některé jsou specificky vhodné pro určité druhy monokrystalů.

Předmět tohoto vynálezu se týká zařízení založeného na principu snímání přírůstku hmotnosti krystalu. Dosud popisovaná zařízení byla založena na odlišném způsobu a konstrukci snímání hmotnosti krystalu. Používá se např. různých typů tenzometrů, na které působí hmotnost krystalu. Tento způsob je konstrukčně komplikovanější, vyžaduje termostatování citlivého elementu a jeho citlivost je nižší než zde popisovaného zařízení. Další způsob je konstrukčně založen na principu mincíře, kdy rotující krystal je zavěšen na vinuté pružině, která se protahuje narůstající hmotností krystalu, její protažení snímané např. indukčním snímačem se využívá jako vstupní signál do regulátoru růstu. Nevýhodou takto konstruovaného zařízení je jednak to, že růst neprobíhá v konstantní poloze, ale jak se pružina protahuje, krystal se posunuje směrem dolů proti směru tažení, dále pak nižší citlivost snímačů polohy, měřících posun, proti snímačům pracujícím v jednom bodě.

Tyto potíže a nevýhody v podstatné míře odstraňuje zařízení pro automatické řízení hmotnostní rychlosti růstu monokrystalů při tažení z taveniny, sestávající z vážící hlavice, zdroje proudu, obvodu čidla výchylky, tažící tyče a regulátoru průměru krystalu, jehož podstata spočívá v tom, že vážící hlavice sestává z cívky elektromagnetu pro kompenzaci hmotnosti krystalu a tažící tyče zakončené jádrem elektromagnetu, v jejímž prodloužení je umístěna střední elektroda čidla výchylky, tvořeného diferenciálním kapacitním snímačem, který je propojen se zdrojem vysokofrekvenčního napětí ze stabilního oscilátoru a dále s detekčním obvodem, jehož výstup je přes regulátor propojen se zdrojem proudu elektromagnetu a regulátor průměru krystalu je přes měřicí odpor proudu elektromagnetu připojen přes filtrační obvod současně s výstupem kompenzačního integrátoru na vstup komparátoru, vstup kompenzačního integrátoru je přes jazýčkové relé spojen s výstupem komparátoru a cívka jazýčkového relé je spojena s časovým spínačem, přičemž ke komparátoru je dále připojen regulátor teploty v peci, včetně programu růstu, a případně regulátor rychlosti tažení.

V dalším, ve spojení s připojenými výkresy, je vynález jako konkrétní provedení, blíže popsán.

Na obr. 1 je schematicky znázorněna konstrukce zařízení a na obr. 2 je blokové schéma regulačních prvků.

Na obr. 1 je znázorněna tažící tyč 3, na jejím horním konci jádro 2 elektromagnetu a v prodloužení tažící tyče 3 čidlo 4 výchylky. Dále je znázorněna cívka 1 elektromagnetu, nosné těleso 8, planžety 5 unašeče 6, vnější trubice 7, ložiska 9, skleněná trubice 11 a horní část pece 10.

Na obr. 2 je znázorněn měřicí odpor 21, filtrační člen 22, komparátor 23, integrátor 24, relé 25, cívka 26, časový spínač 27 a regulátor 28.

Dále je popsána činnost tohoto zařízení.

Hmotnost taženého krystalu, rostoucího na spodním konci tažící tyče 3 včetně její hmotnosti, je kompenzována silou elektromagnetu, kde jádro 2 elektromagnetu upevněné na tažící tyči 3 má menší průměr než vnitřní průměr skleněné trubice 11, čímž je umožněn volný vertikální pohyb jádra 2

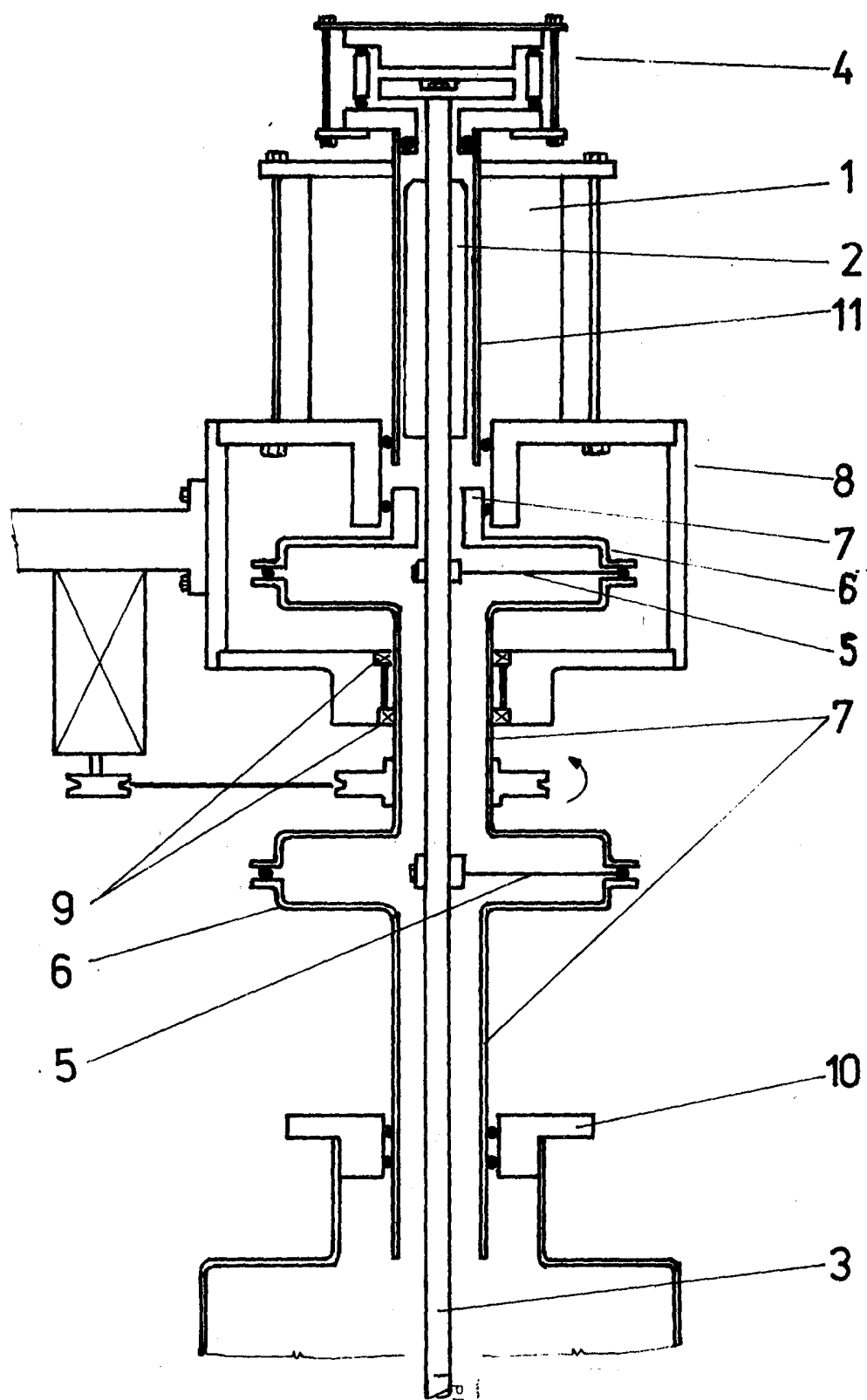
elektromagnetu. Cívka 1 elektromagnetu je upevněna na nosném tělese 8. Kapacitní čidlo 4 výchylky umístěné nad elektromagnetem je konstruováno tak, že svou střední elektrodou, upevněnou v prodloužení tažící tyče 3, vymezuje její maximální vertikální pohyb. Tažící tyč 3 je souose fixována vůči vnější trubici 7 pomocí planžet 5 vetknutých do unašečů 6 a je upevněna pomocí ložisek 9 v nosném tělese 8 a umožňuje přenos rotace, která se dále přenáší pomocí unašečů 6 a planžet 5 na tažící tyč 3. Vážicí hlavice je upravena tak, že její jednotlivé prvky jsou vakuumtěsně uzavřeny pomocí O-kroužků a gufer, takže je zajištěna vakuumtěsnost pěstovací aparatury, čímž je umožněno pěstování monokrystalů jak ve vakuu, tak v ochranné atmosféře. Cívka 1 elektromagnetu je napájena zdrojem proudu přes měřicí odpor 21 a zdroj je ovládán upraveným napětím z čidla 4 výchylky, jehož statická citlivost je 10^{-8} m. Tím je udržována konstantní vertikální poloha tažící tyče 3. Signál odpovídající hmotnosti pěstovaného krystalu je odbíráán jako napětí z měřicího odporu 21. Signál po ~~filtraci~~ rušivých napětí ve filtračním členu 22 je přiveden na vstup komparátoru 23. Vstup komparátoru 23 je dále spojen s výstupem kompenzačního integrátoru 24. Výstup komparátoru 23 je přes jazýčkové relé 25 připojen na vstup integrátoru 24. Při sepnutí jazýčkového relé 25 se uzavře smyčka záporné zpětné vazby, výstupní napětí z integrátoru 24 vykompenzuje napětí přivedené na vstup komparátoru 23. Periodickým spínáním jazýčkového relé 25 cívkou 26 a časovým spínačem 27 se provádí regulace hmotnosti krystalu na regulaci přírůstku hmotnosti. Ke komparátoru 23 je dále připojen regulátor 28, případně programátor růstu krystalu a regulátor teploty v peci.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

248 696

Zařízení pro automatické řízení hmotnostní rychlosti růstu monokrystalů při tažení z taveniny, sestávající z vážicí hlavice, zdroje proudu, obvodu čidla výchylky, ťažící tyče a regulátoru průměru krystalu, vyznačené tím, že vážicí hlavice je tvořena cívkou (1) elektromagnetu pro kompenzaci hmotnosti krystalů a ťažící tyčí (3), zakončené jádrem (2) elektromagnetu, v jejím prodloužení umístěnou střední elektrodou čidla (4) výchylky, tvořeného diferenciálním kapacitním snímačem, který je propojen se zdrojem vysokofrekvenčního napětí ze stabilního oscilátoru a dále detekčním obvodem, jehož výstup je přes regulátor (28) propojen se zdrojem proudu elektromagnetu, regulátor (28) průměru krystalu je přes měřicí odpor (21) proudu elektromagnetu připojen přes filtrační člen (22) současně s výstupem kompenzačního integrátoru (24) na vstup komparátoru (23), vstup kompenzačního integrátoru (24) je přes jazýčkové relé (25) spojen s výstupem komparátoru (23) a cívka (26) jazýčkového relé (25) je spojena s časovým spínačem (27), přičemž ke komparátoru (23) je dále připojen regulátor (28) teploty v peci, včetně regulátoru programu růstu krystalu, případně regulátoru rychlosti tažení.

2 výkresy



Obr. 2

