

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **03.03.2017**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.02.2018**
(Věstník č. 7/2018)

(21) Číslo dokumentu:

2017-119

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C23C 16/34 (2006.01)
C23C 16/02 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
C01B 21/064 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:
Univerzita Karlova, Praha 1 - Staré Město, CZ

(72) Původce:
prof. RNDr. Pavel Höschl, DrSc., Praha 4, CZ
Dr. Roman Fesh, Praha 3, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dagmar Matoušková, Mladenovova 3234/9,
143 00 Praha 4 Modřany

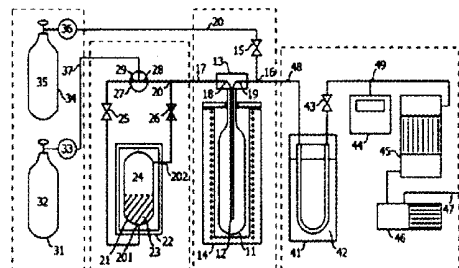
uložení a dávkování plynů a potrubím s čerpací
částí.

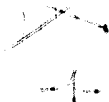
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob a zařízení pro přípravu vrstev
nitridu boritého v křemenných ampulích**

(57) Anotace:

Způsob přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích spočívá v tom, že se křemenná ampule o výchozí laboratorní teplotě vyčerpá, přitom se vyhřeje na procesní teplotu výhodně v intervalu 1000 až 1150 °C, nechá odplynit, vypláchne chlorem, sublimací se připraví plynný trichlorborazin, který se po proplachu křemenné ampule chlorem zavede ve směsi s chlorem do křemenné ampule, ve které se nechá probíhat jeho pyrolyzní štěpení na nitrid boritý, který se nechá usazovat na povrchy v křemenné ampuli, načež se zavádění zastaví, reakce se ukončí, zbytkové reakční produkty se odčerpají a povrchy v křemenné ampuli se inertizují napuštěním čistého dusíku, načež se křemenná ampule nechá řízeně chlادنout na laboratorní teplotu. Dále se popisuje zařízení k provádění uvedeného způsobu, které je vytvořeno z procesní části, části uložení a dávkování trichlorborazinu, části uložení a dávkování plynů a čerpací části, přičemž procesní část je tvořena pecí, do které je vložena křemenná ampule, opatřená zaváděcí trubicí zakončenou plynotěsnou hlavicí opatřenou zevně nátrubky propojujícími procesní část potrubím s částí uložení a dávkování trichlorborazinu a potrubím s částí





2017-11

PV 2017-119

Způsob a zařízení pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích zvláště pro výzkum, vývoj a přípravu materiálů a polotovarů pro výrobu elektronických a optoelektronických součástek.

Dosavadní stav techniky

Polotovary materiálů pro výrobu elektronických a optoelektronických součástek se převážně připravují za teplot vyšších než 1000 °C nejčastěji v ampulích z křemenného skla.

I když jsou ampule pro zpracování uvedených polotovarů zhotovovány z co nejčistšího křemenného skla, jeho čistota je však menší než požadovaná čistota zpracovávaných materiálů. Následkem toho dochází zvláště za vysokých procesních teplot k přestupu nečistot z povrchu křemenné ampule do zpracovávaného ingotu polotovaru a k jeho znečištění.

Vzhledem k mimořádnému významu výchozí čistoty polotovarů materiálů pro účinnou funkci elektronických a optoelektronických součástek je pro odstranění těchto závažných nedostatků věnováno od šedesátých let minulého století až dosud mimořádné odborné úsilí. Jednou ze základních cest vedoucích ke snížení pravděpodobnosti přestupu nečistot ze stěny křemenné ampule do zpracovávaného polotovaru je opatření jejího povrchu izolační vrstvou z teplotně a mechanicky odolného materiálu, který lze v podobě dobře ulpívající strukturně a rozměrově definované povrchové vrstvy připravit přímo v procesní křemenné trubici na její stěně.

Dlouholetým výzkumem a praxí bylo prokázáno, že jedním z velmi účinných materiálů pro tvorbu oddělovací vrstvy na povrchu křemenných ampulí požadovaných vlastností je stále častěji používaný nitrid boritý (angl. boron nitride, zkráceně BN). Jmenovitě pak jeho hexagonální forma (hexagonal boron nitride – HBN). Základní informace o vlastnostech a přípravě nitridu boritého lze nalézt v encyklopedii Wikipedia pod heslem „Boron nitride“.

V patentové i odborné literatuře byla popsána řada způsobů a zařízení přípravy vrstev hexagonálního nitridu boritého na různých površích.

Mezi práce uvedené v patentové literatuře patří např.: Preparation of hexagonal boron nitride US3415625; Boron nitride preceramic polymers, US4581468; Method and apparatus for the on-line coating of silica based fibers with boron-nitride, EP0222960A1; Způsob

přípravy bezkyslíkového nitridu boritého, CZA0243889; Gallium arsenide crystals and process for growing same, EP0222404A1; Způsob rafinace technického nitridu boritého, CZAO262202; Hot filament CVD of boron nitride, US5079038; Krychlový nitrid boru a způsob jeho výroby, XPV0Z1992-2309A3; Fabrication of large-area hexagonal boron nitride thin films US8592291; Heterogeneous layered structure, method of preparing the heterogeneous layered structure, US20140264282A1; Direct and sequential formation of monolayers of boron nitride and graphene on substrates US20150144881A1; Seamless hexagonal boron nitride atomic monolayer thin film and method of fabricating the same, US 20160237558A1.

Mezi práce publikované v časopisové literatuře patří např.: Takahashi T., Itoh H., Takeuchi A.: Chemical Vapour Deposition of Hexagonal Boron Nitride Thick Film on Iron, Journal of Crystal Growth 47 (1979), 245-250; Lipp A., Schwetz K. A., Hunold K.: Hexagonal Boron Nitride: Fabrication, Properties and Applications, Journal of the European Ceramic Society 5 (1989), 3-9; Paine R.T., Narula Ch.K.: Synthetic Routs to Boron Nitride, Chem. Rev. 90 (1990), 73-91; Moore A.W.: Characterization of Pyrolytic Boron Nitride for Semiconductor materials processing, Journal of Crystal Growth 106 (1990), 6-15; Rudolph S.: Composition and Application of Coatings Based on Boron Nitride, Interceram 42 (1993), 302-305; Shetty R., Wilcox W.R.: Boron Nitride Coating On Fused Silica Ampoules For Semiconductor Crastal Growth, Journal of Crystal Growth 153 (1995) 97-102; Brožek V., Dufek V., Harok V., Rohan P.: Mechanické vlastnosti hutní keramiky na bázi nitridu boritého připravené metodou electroconsolidation (1997); Lee K.S., Kima Y.S., Tosab M., Kasaharab A., Yosiharab K.: Hexagonal Boron Nitride Film Substrate for Fabrication of Nanostructures, Applied Surface Science 169,170 (2001), 415-419; Deepak F.L., Vinod C.P., Mukhopadhyay K., Govindaraj A., Rao C.N.R.: Boron nitride nanotubes and nanowires, Chemical Physics Letters 353 (2002), 345-352; Wang X., Qiao G. and Jin Z.: Fabrication of Machinable Silicon Carbide-Boron Nitride Ceramic Nanocomposites, J. Am. Ceram. Soc., 87 (2004), 565-70; Mastný L., Matušek M., Randáková S., Brožek V.: Interakce chalkogenidových skel typu Ge-As-Se s hexagonálním nitridem boritým. (2005); Dufek V., Brožek V.: Nitridové materiály v oblasti nanotechnologií, APROCHEM 2006, 24.-26.4.2006 Milovy, www.aprochem.cz; Brožek V., Mastný L.: Nanometrický nitrid boritý – progresivní materiál pro vysokoteplotní aplikace, Aprochem 2008; Eichler J., Lesniak Ch.: Boron nitride (BN) and BN composites for high-temperature applications, Journal of the European Ceramic Society 28 (2008) 1105-110;

Li J., Bernard S., Salles V., Gervais C. and Miele P.: Preparation of Polyborazylene-Derived Bulk Boron Nitride with Tunable Properties by Warm-Pressing and Pressureless Pyrolysis, *Chem. Mater.* 22 (2010), 2010–2019; Song L., Ci L., Lu H., Sorokin P.B., Jin Ch., Ni J., Kvashnin A.G., Kvashnin D.G., Lou J., Yakobson B.I., Ajayan P.M.: Large Scale Growth and Characterization of Atomic Hexagonal Boron Nitride Layers *Nano Lett.* 10 (2010), 3209–3215; Bernard S. and Miele P.: Polymer-Derived Boron Nitride: A Review on the Chemistry, Shaping and Ceramic Conversion of Borazine Derivatives, *Materials* 7 (2014), 7436-7459; Yuan Sh., Linas S., Journet C., Steyer P., Garnier V., Bonnefont G., Brioude A., Toury B.: Pure & crystallized 2D Boron Nitride sheets synthesized via a novel process coupling both PDCs and SPS methods, *Scientific Reports* 6:20388 (2016); Wua Z.F., Guoa L., Chenga K., Zhangb F., Guanb R.F.: Room temperature synthesis of boron nitride thin films by dual-ion beam sputtering deposition, *Ceramics International* 42 (2016), 4171–4175; Zhuhua Z., Liu Y., Yang Y., and Yakobson B. I.: Growth Mechanism and Morphology of Hexagonal Boron Nitride, *Nano Lett.* 16 (2016), 1398–1403; Bernard S., Salameh Ch., and Miele P.: Boron nitride ceramics from molecular precursors: synthesis, properties and applications, *Dalton Trans.*, 2016, 45, 861; Caneva S., Weatherup R. S., Bayer B. C., Blume R., Cabrero-Vilatela A., Braeuninger-Weimer P., Martin M.-B., Wang R., Baehtz C., Schloegl R., Meyer J. C., and Hofmann S.: Controlling Catalyst Bulk Reservoir Effects for Monolayer Hexagonal Boron Nitride CVD, *Nano Lett.* 2016, 16, 1250–1261; Salles V. and Bernard S.: A Review on the Preparation of Borazine-derived Boron Nitride Nanoparticles and Nanopolyhedrons by Spray-pyrolysis and Annealing Process, *Nanomater Nanotechnol.* 2016, 6:1; Sperber J.L.: Investigations of Hexagonal Boron Nitride: Bulk Crystals and Atomically-Thin Two Dimensional Layers, A Master Thesis, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 2016.

Většina způsobů a zařízení pro přípravu vrstev nitridu křemíku na různých površích popsaných v citované patentové a časopisové literatuře byla vyvinuta a použita pro specifické aplikace, tj. pro přípravu polotovarů jmenovitě složení a omezených a v současnosti často již zastaralých parametrů nebo rozdílné materiálově-procesní skladby. Vedle těchto nevýhod dosud popsaných způsobů a zařízení patří mimo jiné i značná strukturní i objemová nehomogenita vytvořených vrstev a zvláště poměrně malá reprodukovatelnost a často i nákladnost jejich opakované výroby. V souhrnu lze říci, že výše uvedené práce poskytují jmenovitě pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích technicko-ekonomicky nevýhodná řešení.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem a zařízením pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle níže popsanych technických řešení.

Způsob přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že se křemenná ampule vloží do pece o výchozí laboratorní teplotě, opatří se plynotěsnou rozvodnou hlavici, připojí se k čerpací, zásobní a dávkovací části zařízení podle vynálezu a vyčerpá, přitom se zapne ohřev pece a křemenná ampule se řízeně vyhřeje na procesní teplotu výhodně v intervalu 1000 až 1150 °C, načež se při stálém čerpání nechá zbavit znečišťujících adsorbovaných látek. Dále se, stále při procesní teplotě, provede čistící výplach chlorem, načež se chlor odčerpá stále při procesní teplotě zpět. Přičemž se v termostatované zásobní nádobě nechá sublimovat práškový trichlorborazin na plynný trichlorborazin, který se po proplachu křemenné ampule chlorem zavádí řízeně ve směsi s chlorem do křemenné ampule, ve které se nechá řízeně probíhat pyrolyzní štěpení trichlorborazinu na převážně hexagonální nitrid boritý, přitom se vzniklý nitrid boritý postupně nechá přilnavě v tenké vrstvě požadované tloušťky usazovat na povrchy v křemenné ampuli, načež se zavádění procesní plynné směsi do křemenné ampule zastaví, procesní reakce se ukončí, zbytkové reakční produkty se odčerpají a povrchy v křemenné ampuli se inertizují napuštěním čistého dusíku, načež se křemenná ampule nechá řízeně chladnout na laboratorní teplotu, odpojí se od plynotěsné hlavice a uzavře, čímž je připravena pro další použití.

Podstata zařízení k provádění způsobu přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že je vytvořeno z procesní části, části uložení a dávkování trichlorborazinu, části uložení a dávkování plynů a čerpací části, přičemž procesní část je tvořena pecí, do které je vložena křemenná ampule, opatřená zaváděcí trubicí zakončenou plynotěsnou hlavici opatřenou zevně nátrubky propojujícími procesní část potrubím s částí uložení a dávkování trichlorborazinu a potrubím s částí uložení a dávkování plynů a potrubím s čerpací částí, přitom část uložení a dávkování trichlorborazinu obsahuje rozbočku, zásobník s práškovým a sublimovaným plynným trichlorborazinem v termostatickém plášti, dále jehlové ventily a třicestný přepínací ventil s polohou proplachu křemenné ampule chlorem a s polohou zavádění chloru. Za další obsahuje vstupní nátrubky a dále část dávkování plynů obsahuje tlakovou láhev s Cl_2 plynem opatřenou redukčním ventilem s tlakoměrem a tlakovou láhev s N_2 plynem, opatřenou redukčním ventilem s tlakoměrem a spojovací hadicí a konečně čerpací část obsahuje

vymrazovací lázeň s kapalným dusíkem, jehlový ventil, měřič vakua, turbomolekulární čerpadlo, olejovou vývěvu s odvodem pro ekologickou likvidaci, spojovací hadicí a rozbočkou.

Objasnění výkresu

Podstata vynálezu je blíže objasněna pomocí připojeného výkresu na obr. 1, na kterém je znázorněno schéma uspořádání způsobu a zařízení pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle předloženého vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Způsob se ukázaným příkladným uspořádáním podle předloženého technického řešení provádí mimo jiné tak, že se křemenná ampule 11 vloží do pece 14 o výchozí laboratorní teplotě, opatří se plynotěsnou hlavici 13, prostřednictvím rozbočky 16, nátrubků 18, 19, hadic 17, 20 a 48 se propojí s čerpací částí 4, zásobní a dávkovací částí 1 plynů 32 a 35 a zásobní a dávkovací částí 2 trichlorborazinu 23, 24 a čerpá na tlak 0,01 Pa, při uzavřených jehlových ventilech 25, 26 a odpojeném trojcestném ventilu 27, přitom se zapne ohřev pece 14 a křemenná ampule 11 se řízeně vyhřeje na procesní teplotu 1050 °C, načež se při stálém čerpání nechá zbavit znečišťujících adsorbovaných látek. Dále se, stále při procesní teplotě, provede čistící výplach chlorem 32 v poloze 28 trojcestného ventilu 27 výhodně s výdrží 4 hodin při 0,08 MPa, načež se chlor uzavřením ventilu 33 odčerpá stále při procesní teplotě zpět na procesní tlak 0,01 Pa, mezitím se v termostatovaném zásobníku 21 nechá sublimovat práškový trichlorborazin 23 na plynný trichlorborazin 24, který se po proplachu křemenné ampule 11 chlorem 32 zavádí řízeně ve směsi s chlorem 32 prostřednictvím jehlových ventilů 25 a 26 trubicí 12 do křemenné ampule 11, ve které se nechá řízeně probíhat pyrolyzní štěpení trichlorborazinu 24 ve směsi s chlorem 32 na nitrid boritý, přičemž se vzniklý nitrid boritý postupně nechá přilnavě v tenké vrstvě požadované tloušťky usazovat na povrchy v křemenné ampuli s výdrží 10+20 h¹~~od~~, načež se zavádění procesní plynné směsi do křemenné ampule 11 zastaví uzavřením ventilů 25, 26 a 33, procesní reakce se ukončí, zbytkové reakční produkty se odčerpají čerpací částí 4 a křemenná ampule se inertizuje napuštěním čistého dusíku 35 hadicí 20 přes ventil 15 rozbočku 16 a nátrubek 19 na mírný atmosférický přetlak 0,12 MPa, načež se křemenná ampule 11 nechá řízeně v peci 14 chladnout na laboratorní teplotu, odpojí se od plynotěsné hlavice 13 a uzavře, čímž je připravena pro další použití.

Příkladné provedení zařízení k provádění způsobu přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že je vytvořeno z procesní části 1, části 2 uložení a dávkování trichlorborazinu, části 3 uložení a dávkování plynů a čerpací části 4, přičemž procesní část 1 je tvořena pecí 14, do které je vložena křemenná ampule 11, opatřená zaváděcí trubicí 12 zakončenou plynotěsnou hlavicí 13 opatřenou zevně nátrubky 18 a 19 propojujícími procesní část 1 potrubím 17 s částí uložení a dávkování trichlorborazinu 2 a potrubím 20 s částí 3 uložení a dávkování plynů a potrubím 48 s čerpací částí 4, přitom část 2 uložení a dávkování trichlorborazinu obsahuje rozbočku 20, zásobník 21 s práškovým 23 a sublimovaným plynným 24 trichlorborazinem v termostatickém plášti 22, dále jehlový ventil 25, jehlový ventil 26 a třícestný přepínací ventil 27 s polohou 28 proplachu křemenné ampule 11 chlorem 32, a s polohou 29 zavádění (dávkování) chloru 32, a dále obsahuje vstupní nátrubky 201, 202 a dále část 3 dávkování plynů obsahuje tlakovou láhev 31 s Cl_2 plynem 32 opatřenou redukčním ventilem s tlakoměrem 33 a tlakovou láhev 34 s N_2 plynem 35, opatřenou redukčním ventilem s manometrem 36 a spojovací hadicí 37 a konečně čerpací část 4 obsahuje vymrazovací lázeň 41 s kapalným dusíkem 42, jehlový ventil 43, měřič vakua 44, turbomolekulární čerpadlo 45, olejovou vývěvu 46 s odvodem 47, spojovací hadicí 48 a rozbočkou 49.

Průmyslová využitelnost

Způsob a zařízení pro přípravu vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle předloženého vynálezu jsou využitelné v polovodičovém průmyslu, kde je křemenné sklo jedním ze základních materiálů při vysokoteplotních technologických procesech, kterými jsou např. příprava monokrystalů Si, III – V a II – VI sloučenin, temperance, žihání a legování. Křemenné sklo však obsahuje řadu cizích prvků, jako např. Li, K, Na, B, včetně nevázaného kyslíku, které rychle difundují a jsou v sloučeninách III – V a II – VI elektricky aktivní (akceptory, donory). Vrstva nitridu boritého dokáže této difúzi zabránit a zachovat tak vysokou čistotu použitých výchozích prvků.

Významnou předností způsobu podle předloženého vynálezu je použití pevného trichlorborazinu v práškové formě jako výchozího materiálu, jeho řízené převádění do plynné fáze sublimací a zavádění do procesu ve směsi s chlorem, který snižuje teplotu pyrolýzy a vlastního usazování nitridu boritého převážně s hexagonální strukturou na stěny v křemenné ampuli. Nižší procesní teplotou se snižuje riziko deformace křemenné ampule.

Dobrá tepelná vodivost hexagonálního nitridu boritého a jeho malá smáčivost taveninami polovodičů včetně např. arsenitých skel atp. umožňuje, ve srovnání s vrstvami nitridu křemičitého, lepší přestup procesního tepla a menší pravděpodobnost nalepování zpracovávaných materiálů na stěnu křemenné ampule. Uvedenými přednostmi se sice vyznačují i kelímky a formy ze sintrovaného hexagonálního nitridu boritého, avšak jejich výroba je podstatně nákladnější.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích ~~podle předloženého~~
~~vynálezu~~ **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se křemenná ampule o výchozí laboratorní teplotě opatří plynotěsně rozvodnou hlavici z teflonu, připojí teflonovými hadicemi k čerpací, zásobní a dávkovací části zařízení podle vynálezu, vyčerpá se, zapne se ohřev pece a křemenná ampule se vyhřeje na procesní teplotu, načež se provede čistící výplach chlorem poté se chlor odčerpá na procesní tlak a v termostatované zásobní nádobě se nechá sublimovat práškový trichlorborazin na plynný trichlorborazin, který se zavádí ve směsi s chlorem do křemenné ampule, nechá se pyrolyzně štěpit a rozštěpený nitrid boritý usazovat v tenké vrstvě na povrchy v křemenné ampuli s výdrží, načež se procesní reakce ukončí, zbytkové reakční produkty se odčerpají a povrchy v křemenné ampuli se inertizují napuštěním čistého dusíku a křemenná ampule se nechá zchladnout na laboratorní teplotu.
2. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že procesní teplota v křemenné ampuli se volí v intervalu 1000 až 1150 °C.
3. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se křemenná ampule vyčerpá na tlak 0,008 až 0,012 Pa a nechá odplynit, načež se proplachuje chlorem dobu 3 až 5 h**bd**.
4. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se chlor odčerpá stále při procesní teplotě 1000 až 1150°C  zpět na procesní tlak 0,008 až 0,012 Pa.
5. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se v termostatované zásobní nádobě při teplotě 1000 až 1150 °C nechá sublimovat práškový trichlorborazin na plynný trichlorborazin, který se po proplachu křemenné ampule chlorem zavádí řízeně ve směsi s chlorem do křemenné ampule, ve které se nechá řízeně probíhat pyrolyzní štěpení trichlorborazinu na nitrid boritý po dobu 10 až 20 h**bd**.

6. Způsob přípravy vrstvy nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se zavádění procesní plynné směsi do křemenné ampule zastaví, procesní reakce se ukončí, zbytkové reakční produkty se odčerpají a povrchy v křemenné ampuli se inertizují napuštěním čistého dusíku na tlak o mírném atmosférickém přetlaku výhodně 0,1 až 0,12 MPa, načež se křemenná ampule nechá řízeně zchladnout na laboratorní teplotu.

7. Zařízení k provádění způsobu přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle ~~predložení nároku~~ ~~predloženo vynálezu~~, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je vytvořeno z procesní části

(1), části (2) uložení a dávkování trichlorborazinu (2), části (3) uložení a dávkování plynů (3) a čerpací části (4), přičemž procesní část (1) je tvořena pecí (14), do které je vložena křemenná ampule (11), opatřená zaváděcí a rozdělovací trubicí (12) zakončenou plynotěsnou hlavici (13) opatřenou zevně nátrubky (18) a (19) propojujícími procesní část (1) potrubím (17)

s částí (2) uložení a dávkování trichlorborazinu a potrubím (20) s částí (3) uložení a dávkování plynů a potrubím (48) s čerpací částí (4).

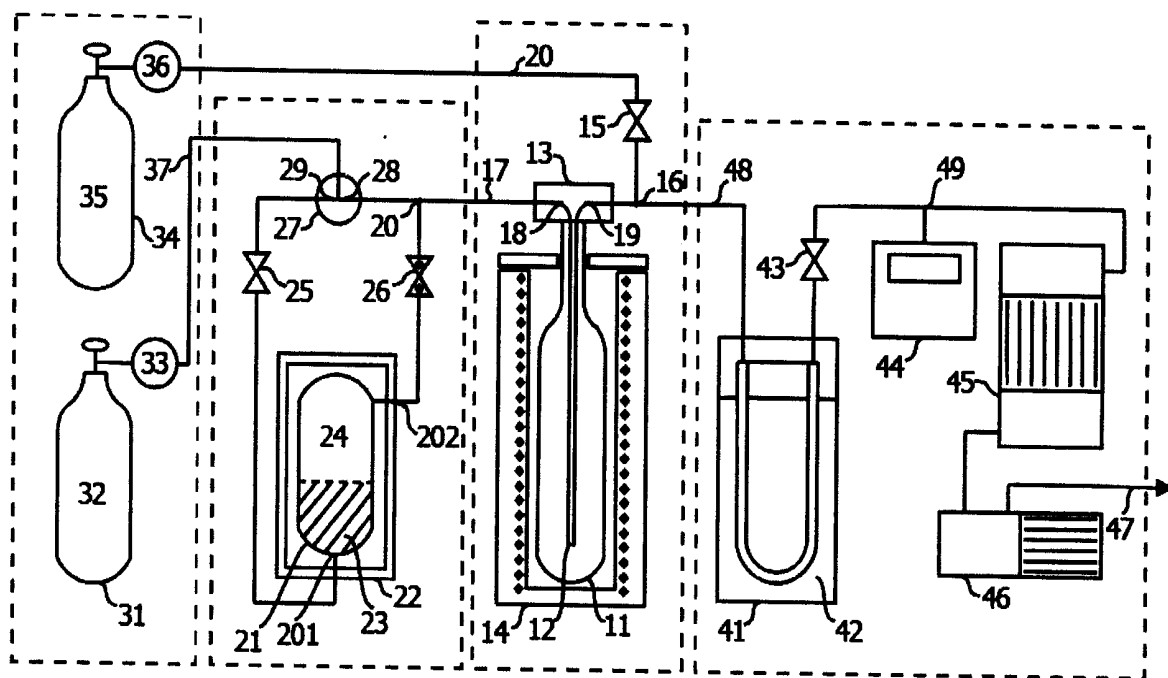
~~průtok~~ část (2) uložení a dávkování trichlorborazinu (2) obsahuje rozbočku (20), zásobník (21) s práškovým (23) a sublimovaným plynným (24) trichlorborazinem v termostatickém plášti (22), dále jehlový ventil (25), jehlový ventil (26) a třicestný přepínací ventil (27), s polohou (28) proplachu křemenné ampule (11) chlorem (32) a s polohou (29) zavádění chloru (32), dále obsahuje vstupní nátrubky (201),

(202), a dále část (3) dávkování plynů obsahuje tlakovou láhev (31) s Cl_2 plynem (32) opatřenou redukčním ventilem s tlakoměrem (33) a tlakovou láhev (34) s N_2 plynem (35), opatřenou redukčním ventilem s tlakoměrem (36) a spojovací hadicí (37), a konečně čerpací

část (4) obsahuje vymrazovací lázeň (41) s kapalným dusíkem (42), jehlový ventil (43), měřič vakua (44), turbomolekulární čerpadlo (45), olejovou vývěvu (46) s odvodem (47), spojovací hadicí (48) a rozbočkou (49).

8. Zařízení k provádění způsobu přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hadice (37), (17) a (48), dále rozbočky (20), (16) a (49) a hlavice (13) s nátrubky (18), (19) jsou z teflonu nebo opatřeny teflonovou vystýlkou.

9. Zařízení k provádění způsobu přípravy vrstev nitridu boritého v křemenných ampulích podle nároků 7 a 8, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ventily (25), (26), trojcestný ventil (27) přicházející do styku s chlorem a plynným trichlorborazinem, případně i ventil (43) jsou z teflonu nebo opatřeny teflonovou vystýlkou.



Obr. 1