

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)

POPIS VYNÁLEZU 267 958

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ (11)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

(21) PV 3027-88.Z
(22) Přihlášeno 04 05 88

(40) Zveřejněno 12 07 89
(45) Vydáno 31 07 90

(13) B1
(51) Int. Cl.⁴
C 30 D 35/00

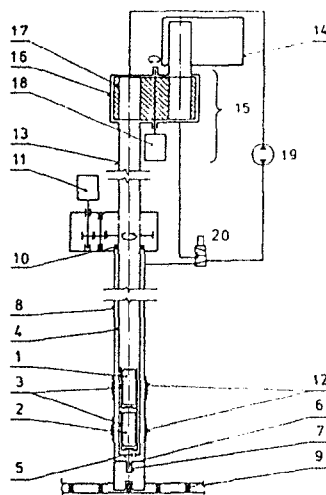
(75)
Autor vynálezu

ŠKÁBA VÁCLAV ing., PRAHA,
BĚLOHRADSKÝ LUBOŠ ing., KRALUPY NAD VLTAVOU

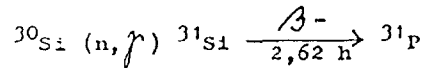
(54)

Zařízení pro radiační dotování krystalů
křemíku

(57) Zařízení obsahuje ozařovací kanál otočně uložený v nosné konstrukci a mechanismus výměny krystalů. Ten může sestávat ze základacího stroje a pevného zásobníku s nejméně dvěma místy pro krystaly nebo z rámu a zásobníku, spojeného s pohonem zásobníku. K nosné konstrukci nebo k ozařovacímu kanálu může být připevněn nejméně jeden stínicí prsteneček. Řešení může být použito v jaderných reaktorech při radiačním dotování křemíku pro výrobu polovodičových elektrických prvků.



Vynález se týká zařízení pro radiační dotování krystalů křemíku fosforem v jaderném reaktoru na základě reakce



Radiační dotování dává proti jiným způsobům dotování nesrovnatelně menší rozdíl koncentrace fosforu, a tím i dosaženého měrného elektrického odporu na povrchu a v hloubce krystalu. Žádaná hodnota měrného odporu určuje fluenci tepelných neutronů, které mají být krystaly vystaveny, a při známé hustotě toku tepelných neutronů dobu ozařování. Ozařovací kanál bývá proveden jako svíslá trubka, zasahující do aktivní zóny reaktoru a rotující kolem své osy. Do ní se vkládají krystaly křemíku tvaru válce ve válcových hliníkových pouzdrech a po ozáření se z ní vyjmají. Potom se otvírají pouzdra, vyjmají se z nich krystaly, je-li třeba dekontaminují, žihají, kontrolují a po odeznění aktivity ^{31}Si na zcela zanedbatelnou hodnotu expedují. Ozařovací kanál s pohonnými a manipulačními mechanismy a přístroji tvoří základ zařízení pro radiační dotování.

U dosud známých zařízení pro radiační dotování krystalů křemíku je krystaly zaplněna jen poměrně malá část délky ozařovacího kanálu. Důvodem je to, že tolerance rozptylu měrného elektrického odporu je malá, naproti tomu však hustota neutronového toku v ose ozařovacího kanálu rychle klesá se vzdáleností od maxima, ležícího ve střední rovině aktivní zony reaktoru nebo v její blízkosti. U některých známých zařízení se používá ke zrovnoměrnění tohoto průběhu stínicí prstencem, obklopující ozařovací kanál v okolí maxima rozdělení, z materiálu silně absorbujícího tepelné neutrony, například niklu. Ani v tomto případě se nedosahuje výrazného zvýšení produkce, neboť s prodloužením stíněného úseku ozařovacího kanálu klesá střední hodnota hustoty neutronového toku v něm.

Tyto nevýhody odstraňuje zařízení pro radiační dotování krystalů křemíku podle vynálezu, jehož podstatou je, že zahrnuje ozařovací kanál, otočně uložený v nosné konstrukci a spojený s pohonem, a dále mechanismus výměny krystalů, přičemž krystaly z nejméně jednoho páru jsou umístěny v ozařovacím kanálu symetricky na obou stranách maxima rozdělení hustoty neutronového toku. Mechanismus výměny krystalů může sestávat ze zakládacího stroje a pevného zásobníku s nejméně dvěma místy pro krystaly nebo z rámu a zásobníku s nejméně dvěma otvory pro krystaly, spojeného s pohonem. Zařízení může být vybaveno nejméně jedním stínicím prstencem, připevněným k ozařovacímu kanálu nebo k nosné konstrukci.

Tím je dosaženo, že v polovině ozařování si vždy dva krystaly, umístěné symetricky kolem maxima rozdělení, vymění místo v ozařovacím kanálu, takže jejich konce více vzdálené od maxima se mu přiblíží a naopak. Výsledkem je, že se rozptyl měrného odporu silně zmenší. Jeho velikost se dále může ovlivnit jedním nebo více stínicími prstenci, které v tomto případě jen upravují výsledný rozptyl a neovlivňují podstatně střední hodnotu. V ozařovacím kanálu je potom možno ozařovat větší počet krystalů současně, jeho produkce se zvýší.

Na připojeném výkresu je schematicky znázorněno zařízení podle vynálezu.

Krystaly 1 a 2 rozměru $\varnothing 76 \times 200$ mm, uložené v pouzdrech 3 z čistého hliníku, se v ozařovací poloze nacházejí v ozařovacím kanálu 4, tvořeném hliníkovou trubkou 100×2 mm délky 4 m. Na spodním konci je ozařovací kanál 4 opatřen dnem 5 a čepem 6, uloženým v grafitovém ložisku 7, které je částí nosné konstrukce 8. Ta je ve střední části tvořena hliníkovou trubkou 140×3 mm a její spodní část čtvercového průřezu 142×142 mm spočívá na nosné mříži 9 aktivní zóny reaktoru. V horní části nosné konstrukce 8 je zachyceno ložisko 10, v němž je otočně uložen ozařovací kanál 4, k němuž je v tomto místě připojen pohon 11. Úhlová rychlost otáčení ozařovacího kanálu 4 je 4 ot./min. Na nosné konstrukci 8 jsou v místech krystalů 1 a 2 připevněny dva stínicí prstence 12 odstupňované tloušťky z niklu. V jednoduchém provedení ozařovacího zařízení

Je ozařovací kanál 4 svrchu volně přístupný z prostoru pod víkem reaktoru a ozařovacím kanálem protéká voda primárního chladicího okruhu. Ozařovací zařízení doplňuje neznázorněný mechanismus výměny krystalů 1 a 2, který sestává ze základacího stroje reaktoru a pevného zásobníku se dvěma místy pro krystaly, umístěného na plošině pod víkem reaktoru. Ve složitějším provedení zařízení, zachyceném na připojeném výkresu, navazuje na horní konec ozařovacího kanálu 4 potrubí 13, tvořené trubkou 100 x 3 mm a vedoucí ke koncové stanici 14 hydraulické dopravy. Před ní je zařazen mechanismus 15 výměny krystalů, zahrnující rám 16 a zásobník 17 tvaru bubny se 4 otvory pro krystaly. Zásobník 17 se otáčí pomocí pohonu 18 zásobníku do 4 stabilních poloh. K zařízení dále patří hydraulický obvod s čerpadlem 19 a trojcestným ventilem 20.

V jednoduchém provedení ozařovacího zařízení se dopravují krystaly v pouzdrech do ozařovacího kanálu mechanickým základacím strojem, namontovaným v pohyblivém víku reaktoru. V polovině ozařování se překládají do pevného zásobníku a odtud se v nezměněném pořadí zase zakládají do ozařovacího kanálu. Ve složitějším provedení se krystaly dopravují hydraulicky. Ve znázorněné poloze trojcestného ventilu 20 se buď dopravují pouzdra s krystaly do ozařovacího kanálu a v něm se chladí, nebo se dopravují z kanálu do mechanismu 15 výměny krystalů, podle toho, v kterém směru pracuje čerpadlo 19. Druhá polovina trojcestného ventilu 20 slouží pro dopravu z mechanismu 15 výměny krystalů do koncové stanice 14 a zpět. Provoz zařízení je automatizován a řízen počítačem na základě zadaného programu a údajů neznázorněných měřicích přístrojů a čidel. Souhlasí-li rozložení závislosti hustoty neutronového toku na odlehlosti od střední roviny aktivní zóny s teoretickým, pro které bylo navrženo stínění, dosáhne se překládáním krystalů v polovině ozařování nulového rozptylu měrného odporu po délce krystalu. Avšak i poměrně velké odchylky od teoretického průběhu vedou k rozptylu měrného odporu nepřekročujícímu toleranci.

Vynález může být použit v jaderných reaktorech při radiačním dotování křemíku pro výrobu polovodičových elektrických prvků, kde dovoluje dosáhnout malých hodnot rozptylu dosaženého měrného elektrického odporu křemíku při vysokém využití kapacity ozařovacího kanálu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro radiační dotování krystalů křemíku v jaderném reaktoru, vyznačující se tím, že zahrnuje ozařovací kanál (4), otočně uložený v nosné konstrukci (8) a spojený s pohonem (11), a dále mechanismus (15) výměny krystalů, přičemž krystaly (1 a 2) z nejméně jednoho páru jsou umístěny v ozařovacím kanálu (4) symetricky na obou stranách maxima rozdělení hustoty neutronového toku.
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mechanismus (15) výměny krystalů (1 a 2) se skládá ze základacího stroje a pevného zásobníku (17) s nejméně dvěma místy pro krystaly.
3. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mechanismus (15) výměny krystalů (1 a 2) se skládá z rámu (16) a zásobníku (17) s nejméně dvěma otvory pro krystaly, spojeného s pohonem (18) zásobníku.
4. Zařízení podle bodu 3, vyznačující se tím, že zásobník (17) má tvar bubny a je uložen v rámu (16) otočně.
5. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že buď k ozařovacímu kanálu (4) nebo k nosné konstrukci (8) je připevněn nejméně jeden stínicí prstenec (12).

