

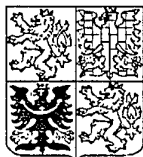
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

279 657

ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1338-91**

(22) Přihlášeno: 08. 05. 91

(30) Právo přednosti:
10. 05. 90 FR 90/9005820

(40) Zveřejněno: 15. 01. 92

(47) Uděleno: 29. 03. 95

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 17. 05. 95

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
G 21 C 3/352
G 21 C 3/33

(73) Majitel patentu:

FRAMATOME, Société Anonyme, Tour Fiat,
Courbevoie, FR;
COMPAGNIE GENERALE DES MATTERES
NUCLEAIRES Société Anonyme, Velizy
Villacoublay, FR;

(72) Původce vynálezu:

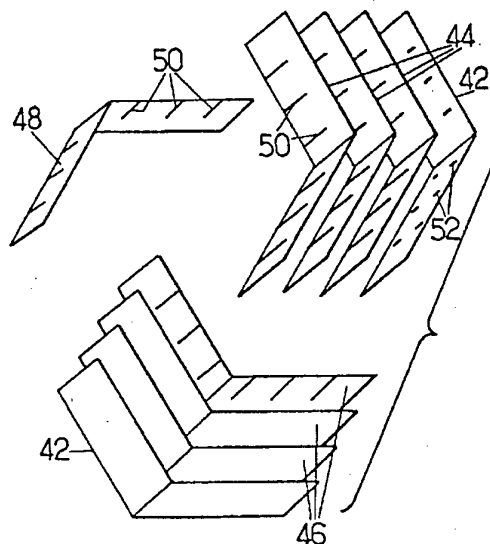
Cachat Stéphane, Lyon, FR;

(54) Název vynálezu:

Mříž pro jaderné palivové články

(57) Anotace:

Zařízení je použitelné na palivovém článku pro reaktor chlazený vodou pod tlakem. Sestává z pásů ohnutých do tvaru šestiúhelníka. Obsahuje tři sady deskových dílců (44,46,48). Deskové dílce (44,46,48) každé sady jsou navzájem rovnoběžné a svírají úhel 120° s deskovými dílci (44,46, 48) druhých dvou sad. Všechny deskové dílce (44,46,48) téže sady mají shodnou délku, jsou uprostřed ohnuty pod úhlem 120° a jsou rovnoběžné s dvěma následujícími stranami pásu.



CZ 279 657 B6

Mříž pro jaderné palivové články

Oblast techniky

Vynález se týká mříže pro jaderné palivové články, jejichž tyče s palivem jsou rozmístěny v uzlech vymezených trojúhelníkovou sítí, zejména je potom vynález určen pro palivové články určené pro reaktory, které jsou chlazeny a moderovány lehkou vodou.

Dosavadní stav techniky

Palivové články v současné době používané v takových reaktorech všeobecně zahrnují soubor palivových tyčí (tímto termínem se označují právě jak tyče zaplněné štěpným materiálem, tak tyče zaplněné částečně nebo úplně množivým materiálem) a konstrukcí pro zachování konfigurace svazku, respektive souboru tyčí, sestávající z dílců pro jeho horní a spodní zakončení, spojených vodicími tyčemi, které nesou mříže pro stabilizování palivových tyčí v meziprostorech pravidelné sítě.

Mříže jsou rozmístěny po délce článku ve vzdálenostech dostatečně blízkých, aby byl zachován náležitý rovnoměrný odstup mezi tyčemi od jednoho konce až k druhému, a to i přes deformace vyvolané ozářením a aby se dosáhlo zvýšení hodnoty vlastních kmitočtů vibrace tyčí mezi dvěma mřížemi a tedy zabránilo navození nebezpečných vibračních stavů rozkmitáním chladiwa.

Nahlížíme-li na mříže jako na funkční celek, slouží k zabezpečení dvou různých úkolů, a to jednak jako opora pro tyče, a jednak k vyrovnání proudění kolem tyčí, aby se zabránilo vzniku míst s nadměrně vysokou teplotou.

První z těchto funkcí je zpravidla plněna jednou a/nebo i druhou z koncových mříží, které jsou k tomuto účelu vybaveny pružinami k sevření tyčí. Druhou funkci potom plní alespoň mříže situované v mezipolohách.

Jsou již známy různé typy mříží sloužících k udržení palivových tyčí v uzlech trojúhelníkové sítě.

Je známa především varianta (FR-A-2 594 998) mříže, sestávající z pásu šestiúhelníkového tvaru a tří sad destiček připevněných k tomuto pásu, přičemž každá sada destiček je navzájem rovnoběžná a svírá s ostatními sadami úhel 120°.

V tomto známém typu mřížky vytváří destičky jedné sady lože vzdálené od ostatních loží v podélném směru článku. Toto řešení přináší jisté výhody, ale vzhledem k tomu, že všechny destičky jsou rovnoběžné s plochou jedné strany pásu a jsou přitom rozloženy po celé délce mříže, je nezbytné použít několik modelů destiček, čímž se výroba značně komplikuje.

Je také znám palivový článek (FR-A-2 145 676 nebo EP-A-0 239 441) s vnějším pouzdem pokrývajícím zvnějšku článek po celé délce, uvnitř jsou potom ve stejných vzdálenostech umístěny konstrukce pro fixování tyčí. Každá konstrukce sestává ze dvou sad

destiček, jedna z nich je přitom rovnoběžná s dvěma protilehlými stěnami pouzdra a svírá přitom s destičkami druhé sady úhel 120° , takže ohraničuje buňky o průřezu ve tvaru kosočtverce, jejichž osy jsou distribuovány podle trojúhelníkové sítě. Destičky jedné sady jsou vzhledem k destičkám další sady situovány v odstupech po délce článku, obě sady jsou nerozebratelně spojeny s pouzdem. Toto řešení vyžaduje použití pouzdra. Z mechanického hlediska potom zmíněné struktury nejsou izotropní. Stejně jako v předchozím případě zahrnuje stejná strukturní sestava velký počet různých destiček.

Tento vynález si klade za cíl poskytnout konstrukci níže definovaného typu mřížky, snadno vyrobitelného a s mechanicky izotropní strukturou, která vystačí i s jedinou vrstvou destiček, navzdory přítomnosti tří sad destiček.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody jsou prakticky odstraněny mříží pro jaderné palivové články, sestávající z pásu ve tvaru šestiúhelníka a tří sad destiček připevněných k pásu, přičemž destičky každé sady jsou navzájem rovnoběžné a svírají úhel 120° s destičkami dalších dvou sad, kde podstata vynálezu spočívá v tom, že všechny destičky téže sady mají stejnou délku, jsou uprostřed ohnuty o úhel 120° a probíhají rovnoběžně s dvěma následnými stranami pásu.

Výhodné je takové provedení, kdy destičky tří použitých sad jsou navzájem sestaveny tak, že tvoří jediné lože a ohraničují prostory dutinových komůrek, z nichž každá je upravena pro umístění tyče, přičemž většina těchto komůrek je vytvořena ve tvaru kosočtverce.

V případě, kdy je mřížka určena pouze k ustředění a vedení tyčí, mohou být destičky použity tak, aby přímo doléhaly na tyče. Destičky potom budou s výhodou rovné. Je-li žádoucí vytvořit velmi těsnou síť, mohou být zvlněné podle profilu tyčí vedených podél nich.

Destičky mohou být také opatřeny výstupky omezujícími příčnou nestabilitu tyčí. Konečně mohou být i vybaveny mísicími křídélky proudícího chladiva.

Vynález je s výhodou použitelný u palivových článků šestiúhelníkového průřezu, bez vnějšího pouzdra, zejména v reaktoru slabě moderovaném a/nebo se střídáním chlazení a moderování lehkou vodou, jehož nosná konstrukce sestává ze dvou podsekcí, z nichž první zahrnuje jeden z koncových dílců (zpravidla horní koncový dílec), část vodicích trubek, opěrně - stabilizační mříž pro palivové tyče (která je pevným způsobem fixována k vodicím trubkám podsekcí a středících mřížek pro tyče, popřípadě sloužících i homogenizaci a/nebo držení tyčí tak, jak bylo právě popsáno. Rozdělení na dvě podsekcí je popsáno například v dokumentech EP-A-214 895 a EP-A-307 320.

V palivovém článku, zejména typu, který byl právě definován, je výhodné, jsou-li následující mřížky vůči sobě odkloněny pod úhlem 60° tak, aby bylo držení tyčí co nejjednodušší.

Vynález bude pochopitelnější pro pročetí popisu, který vychází z jednoho konkrétního způsobu realizace, který je uveden jako nikoliv omezující příklad.

Přehled obrázků na výkresech

Příklady provedení vynálezu jsou znázorněny na připojených výkresech, kde na obr. 1 je principiální schéma palivového článku, tvořeného dvěma podsekcemi, na obr. 2 je pohled shora na mřížku odpovídající konkrétní realizaci vynálezu, na obr. 3 je soubor destiček jedné ze sad začleněných do mřížky z obr. 2, na obr. 4 je schematický pohled na mřížku s různými tvary komorové buňky, na obr. 4a a 4b jsou dvě možná provedení výstupků, kterými může být vybavena buňka zobrazená na obr. 4A a B, na obr. 4C a 4D jsou příklady výstupků, které mohou být použity k vybavení buněk na obr. 4C a 4D, na obr. 5A a 5B je pružina, kterou je vybavitelná kosočtvercová buňka, znázorněná v obr. 5A z pohledu shora a v obr. 5B perspektivně, na obr. 6 je podobně jako v obr. 5A příklad buňky ve tvaru krokve, opatřené pružinami a výstupky, na obr. 7 je možné sestavení pružin, na obr. 8 je příklad křídélka neboli žeber lopatek, jimiž je vybavitelná kosočtvercová buňka a na obr. 9 je schématický půdorysný pohled, znázorňující směry proudění chladiva a zobrazující žebrovaní typu znázorněné na obr. 8.

Příklady provedení vynálezu

Jak bylo uvedeno shora, mříž podle vynálezu je zejména použitelná v palivovém článku šestiúhelníkového průřezu s dvěma podsekcemi, jako má článek 10 zobrazený na obr. 1, kde je znázorněno pouze několik palivových tyčí 14.

Nosná konstrukce sestává ze dvou koncových dílců - horního dílce 16 a spodního dílce 18 a dále vodicích trubek 20 a 24, nahrazujících v určitých uzlech sítě tyče 14. První podstruktura zahrnuje vodicí trubky 20, horní koncový dílec 16 a pohyblivou desku 23 ve spodním koncovém dílci 18. Vodicí trubky 20, 24 prochází dnem koncového dílce 18, v němž jsou uloženy posuvně ve vertikálním směru.

První podstruktura je dále tvořena horní koncovou mřížkou 12, upravenou pro nesení palivových tyčí 14 a je uzpůsobena pro jejich upnutí, stejně jako alespoň některé z mřížek 13 ve vnitřních mezipolohách. Spodní koncová mříž může být také fixována k vodicím trubkám 20. Pevné propojení vodicích trubek 20 první podstruktury, mříže 12 a základu horního koncového dílce 16 je na obr. 1 vyznačeno křížky.

Druhá podstruktura je tvořena spodním koncovým dílcem 18, dalšími vodicími trubkami 24 a deskou 28, pohyblivou ve svislém směru rámového vnitřního prostoru horního koncového dílce 16 nad základem 22 dílce 16. Vodicí trubky 24 prochází tímto základem 22, v němž se mohou posouvat. Druhá podstruktura může také zahrnovat střední úchytnou trubku 29.

Mezi deskou 23 a rozšířenými spodními okraji 32, jimiž je opatřena dolní část rámu spodního koncového dílce 18, jsou umístěny pružiny 30 - celkem čtyři v daném případě. Tyto působí na

desku 23 přitlačnou silou. Kratší tyče 34, zabudované do spodního koncového dílce 18, slouží jako vodící prvky pro pružiny 30 a desku 23.

Po uložení článků do reaktoru spočívá spodní koncový dílec 18 každého článku na podpěrné desce aktivního jádra reaktoru 36. Pružiny 30 drží první podstrukturu prostřednictvím desky 23.

Když se uloží na místo horní deska aktivního jádra reaktoru 38, připojuje se k váze první podstruktury tlaková síla, kterou působí na horní koncový dílec 16.

Když je reaktor v provozním stavu, působí chladivo na první podstrukturu silou, která ještě více přitlačuje horní koncový dílec 16 proti horní desce aktivního jádra reaktoru 38. Síla, kterou chladivo působí na druhou podstrukturu, mnohem slabší v poměru k síle působící na první podstrukturu, je absorbována pružinami 30, aniž by došlo k zvednutí spodního koncového dílce 18.

Mříže 13 v mezipolohách, určené k tomu, aby stabilizovaly tyče v uzlech trojúhelníkové sítě, nemusí být vybaveny pružinami pro upnutí tyčí, ale jsou řešeny tak, jak je znázorněno na obr. 2 a 3.

Každá z mříží je vytvořena seskupením několika sad deskových prvků, které jsou všechny vyrobeny ze slitiny vyznačující se nízkou absorpcí neutronů, obvykle na bázi zirkonu.

Mříž 13 lze považovat za celek tvořený obvodovým pásem 40 a vestavbami omezujícími buňkové meziprostory, z nichž každý má pojmout tyč 14, která je v jediném exempláři schematicky zakreslena na obr. 2. Obvodový pás může být tvořen plechem ze slitiny zirkonu, pásový dílec je přitom zohýbán do tvaru šestiúhelníku, anebo jsou použity menší části pásu, z nichž každá svou délkou odpovídá jedné straně pásu a je s druhými spojena svarem, který se provede například elektronovým nebo laserovým paprskem. Aby se co nejvíce snížil počet různých stavebních částí, je nicméně nejvýhodnější vytvořit pás ze tří deskových dílců 42, z nichž každý má stejný tvar jako vnitřní montážní deskové dílce 44, které se potom na pás navaří nebo napájí.

Vnitřní deskové dílce 44, 46, 48 patří ke třem sadám, které se pod úhlem 120° navzájem kříží. Všechny tyto deskové dílce 44, 46, 48 jsou vedeny vždy protilehle k dvěma stranám pásu, přičemž sestávají ze dvou křídel zalomených pod úhlem 120° . Vzájemným propojením deskových dílců 44, 46, 48 vytvoří jediné lože. Za tímto účelem jsou deskové dílce 44, 46, 48 opatřeny úchyty 50, například ve tvaru zářezů, jejichž délka odpovídá poloviční šířce deskových dílců 44, 46, 48. Je třeba, aby alespoň jedna ze souprav deskových dílců 44, 46, 48 měla zářezy vedení v opačných směrech na každém z křídel od středního přehybu deskového dílu 44, 46, 48. Ve znázorněném případě jsou deskové dílce 44 inverzní vzhledem k dílcům 46, 48 již smontovaným. Jakmile se sestaví do mřížky, provede se jejich pevné spojení, například bodovými svary v místech překřížení.

Aby bylo zaručeno správné umístění deskových dílců 44, 46, 48 na pásu, mohou být stavební prvky 42, z nichž je vytvořen, opatřeny úložnými úchyty 52, například ve tvaru otvorů určených pro záchytky (neznázorněné na obrázku), představující prodloužení koncových hran deskových dílců 44, 46, 48.

Jak bylo uvedeno shora, mohou být deskové dílce 44, 46, 48 rozšířeny dalšími konstrukčními částmi, a to pružnými nebo pevnými, určenými k upnutí tyčí. Tyto části mohou mít podobu výstupků vytvořených odpovídajícím zformováním samotných deskových dílců (neznázorněno) na lisu, prohnutých a vytlačovaných jazyků nebo vsazených pružin, díky čemuž je možno konkrétně sestavit mříž z deskových dílců ze slitiny na bázi zirkonu a pružin ze slitiny typu "Inconel", dosahujících optimální mechanické odolnosti, ale na druhé straně majících vyšší úroveň absorpce neutronů. Konečně potom deskové dílce mohou mít zvlněný tvar podle roztečí rozmístění tyčí, pokud je žádoucí meziprostory omezit (neznázorněno).

Všechny typy komůrkových buněk (kosočtverečných, ve tvaru krokve a šestiúhelníkových) lze opatřit úchyty 50, 52. Méně potřebné jsou u šestiúhelníkové centrální buňky podle obr. 4C, kde její stěny mohou instrumentační trubku 56 uchycovat přímo. Obr. 4A, 4B, 4C, 4D ukazují příklady různých tvarů použitelných úchytů 50, 52, vytvořených nastřížením a vytlačením deskových dílců 44, 46, 48 v určitých místech tak, aby vytvořily buď úchyty 50, nebo úložné úchyty 52, a to ve tvaru knoflíků nebo sedel. Na stěnách centrální šestiúhelníkovité dutiny mohou být také úchytky 50 k ustředění instrumentační trubky 56.

Jednotlivé komůrkové buňky mohou být vybaveny prostředky pro axiální uchycení tyčí 14, vytvořenými pružinami přimontovanými k jejich stěnám nebo vyříznutými, což je případ vynálezeckého provedení.

Komůrková buňka, zobrazená schematicky na obr. 5A, 5B, zahrnuje kromě dvou plošných úchytů 52 pero 58 vyrobené vytažením plechu a zformováním vytažené části, kde se po těchto operacích tento prvek přivaří ve svaru 60. Pero 58 by mohlo být také přimontováno, například přišroubováno. Obr. 6 znázorňuje buňku ve tvaru krokve opatřenou dvěma úchyty 50 a dvěma pery 58 připevněnými nebo vytvořenými vytlačováním. Ve všech případech znamená přítomnost svarových bodů nebo svarové housenky zvýšení mechanické pevnosti mříže.

Ještě v další variantě provedení zobrazení na obr. 7 je tyč 14 držena pružinami 60, majícími stejný tvar jako úložné úchyty 52, ale zaříznuté. Stejný typ by se dal použít v dutinových buňkách tvaru krokve.

Ve většině článků jsou alespoň některé z mříží vybaveny mísicími křídélky, respektive lopatkami 62 pro proudící chladivo. Takto mohou být vybaveny právě tak krokovité, jako i kosočtverečné dutinové buňky mříže podle tohoto vynálezu. Obr. 8 znázorňuje kosočtverečnou buňku opatřenou dvěma lopatkami 62 vytvořenými jako přiléhající ohnuté ostruhy. Povrch takových lopatek 62 může být dokonaleji provedený, než povrch v mřížích, které mají každou buňku šestiúhelníkovou, protože dispoziční prostor je větší. Tyto

lopatky 62 mohou být použity i v buňkách, které mají také výstupy a/nebo středící pružiny pro přidržování tyčí (neznázorněno).

Obr. 9 potom ukazuje orientaci a směr proudových čar, které dovolují použít lopatky 62 podle obr. 8.

Všeobecně bude výhodným řešením odklonit o úhel 60° dvě následující mříže 13 tak, aby pro tyče seřazené radiálně byla alternativní opora v buňce kosočtvercovitého tvaru a také opora v buňce tvaru krokve (neznázorněno).

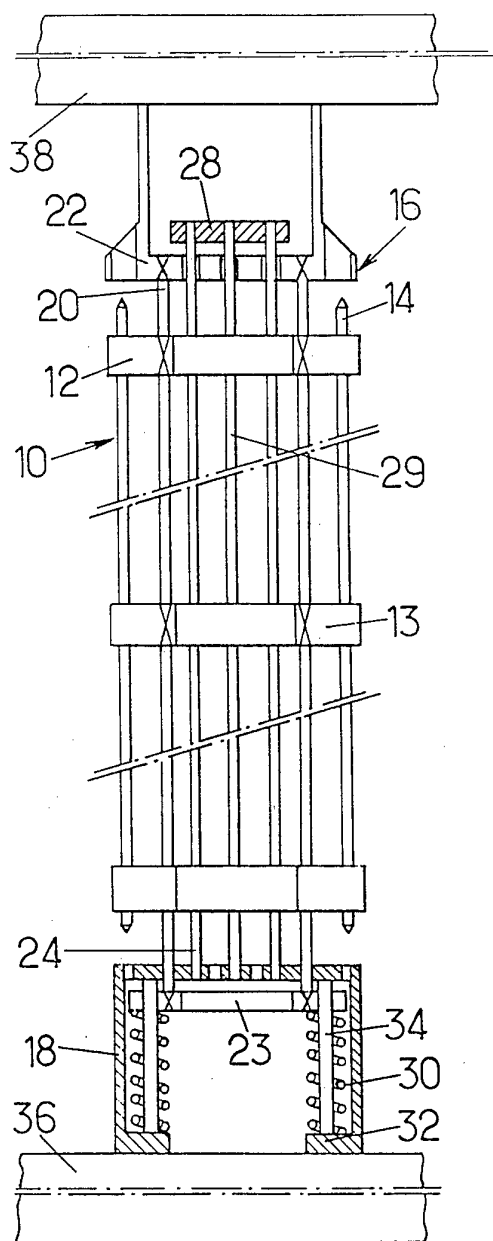
Je možné také vytvořit článek, v němž budou jen určité mříže jednoho z typů, které byly popsány, další potom budou klasické konstrukce (neznázorněno).

P A T E N T O V É N Á R O K Y

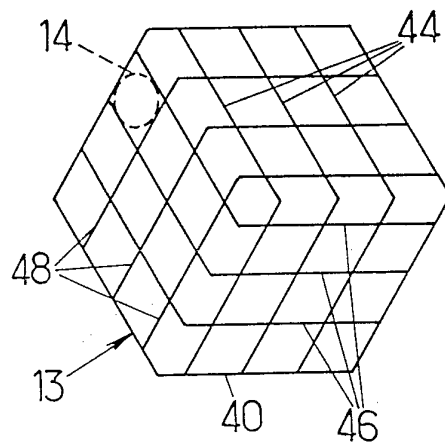
1. Mříž pro jaderné palivové články, sestávající z pásu upraveného do tvaru šestiúhelníka a tří sad deskových dílců připevněných k pásu, kde deskové dílce každé sady jsou navzájem rovnoběžné a svírají úhel 120° s deskovými dílci dvou dalších sad, v y z n a č u j í c í s e t í m, že všechny deskové dílce (44, 46, 48) téže sady mají stejnou délku, jsou uprostřed ohnuty pod úhlem 120° a probíhají rovnoběžně s dvěma následnými stranami pásu.
2. Mříž podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deskové dílce (44, 46, 48) tří použitých sad jsou navzájem sestaveny tak, že tvoří jediné lože a ohraničují prostory dutinových komůrek, z nichž každá je upravena pro umístění tyče (14), přičemž většina těchto vodících komůrek je vytvořena ve tvaru kosočtverce.
3. Mříž podle nároků 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deskové dílce (44, 46, 48) přímo doléhají na tyče (14).
4. Mříž podle nároků 1, 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pás je tvořen deskovými dílci (42) opatřenými úložnými úchyty (52) určenými k zachycení čepů vyčnívajících z koncových hran dalších deskových dílců (44, 46, 48).
5. Mříž podle jednoho z předchozích nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deskové dílce (44, 46, 48) jsou opatřeny pevnými nebo pružnými přitlačnými prvky pro tyče.
6. Mříž podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že přitlačné prvky jsou vytvořeny lisováním jako úchyty (50, 52), například jazýčkovitého tvaru.
7. Mříž podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že úchyty (50, 52) jsou vytvořeny nastříháním a místním vytlačováním ve tvaru knoflíků nebo sedel.
8. Mříž podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pružnými přitlačnými prvky jsou pera (58) vytvořená lisováním a přivařením.
9. Mříž podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že je vybavena mísicími lopatkami (62) proudícího chladiva.

3 výkresy

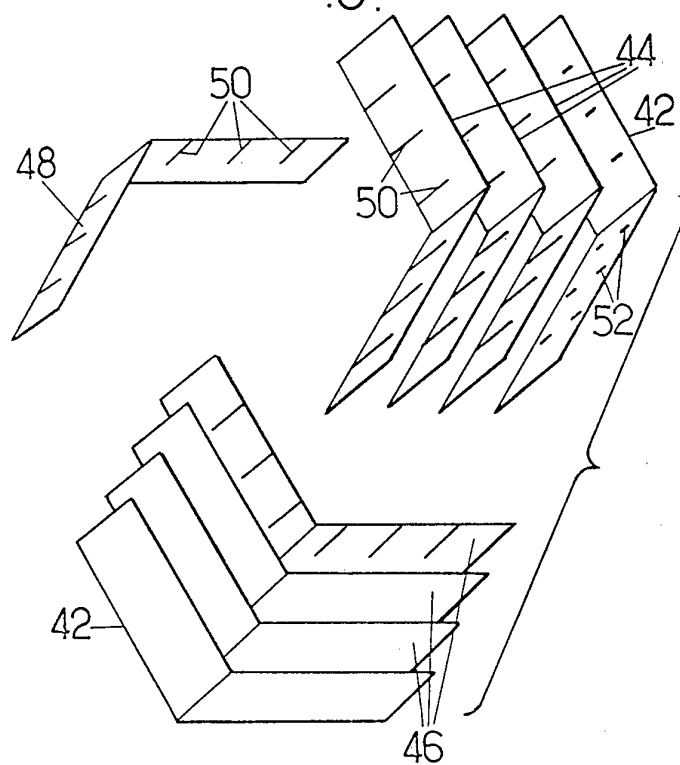
OBR. 1.

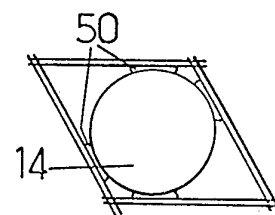
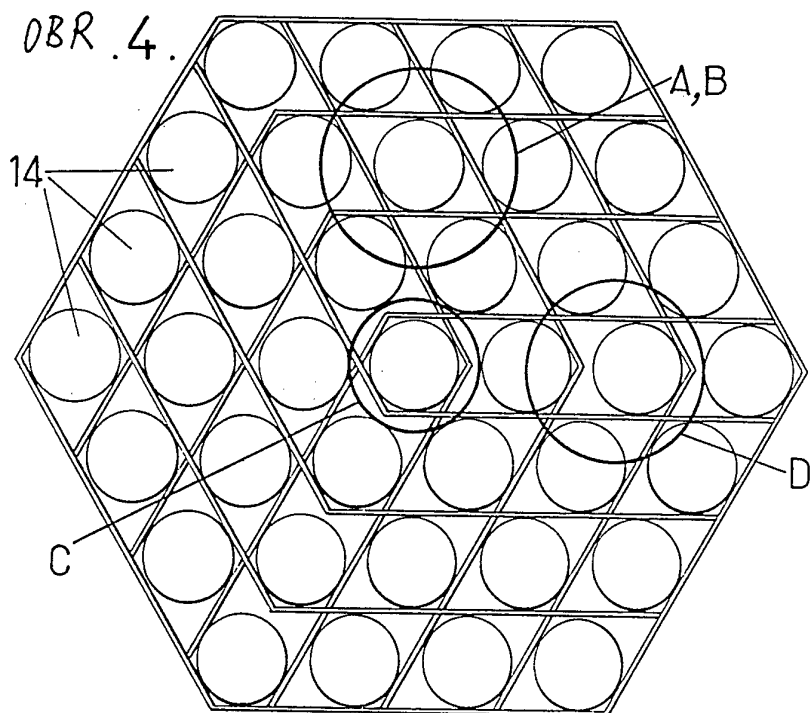


OBR. 2.

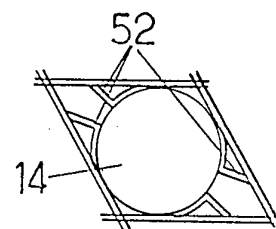


OBR. 3.

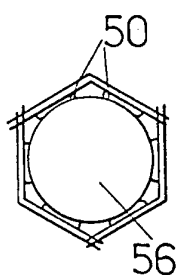




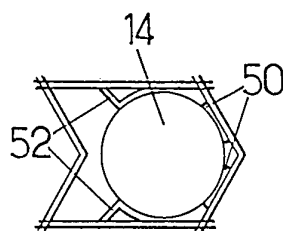
OBR. 4A.



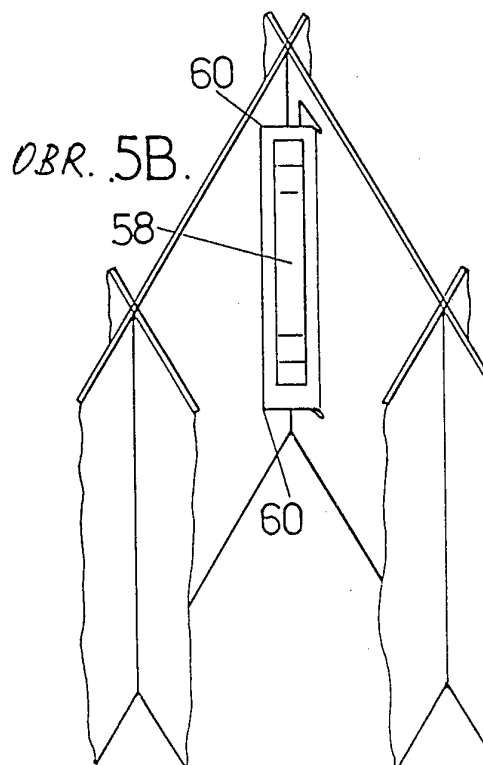
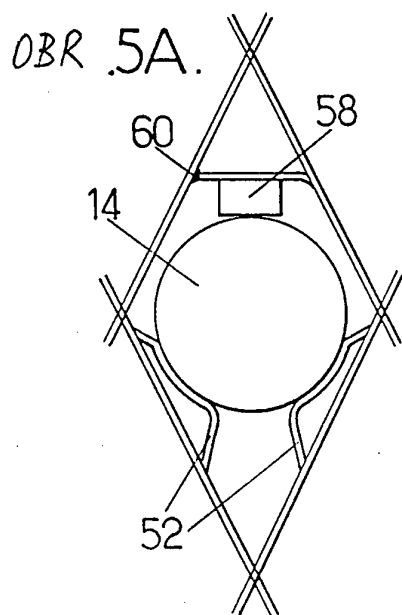
OBR. 4B.



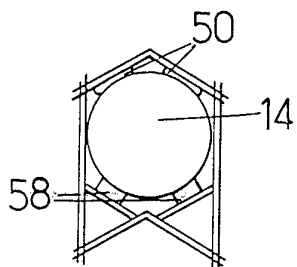
OBR. 4C.



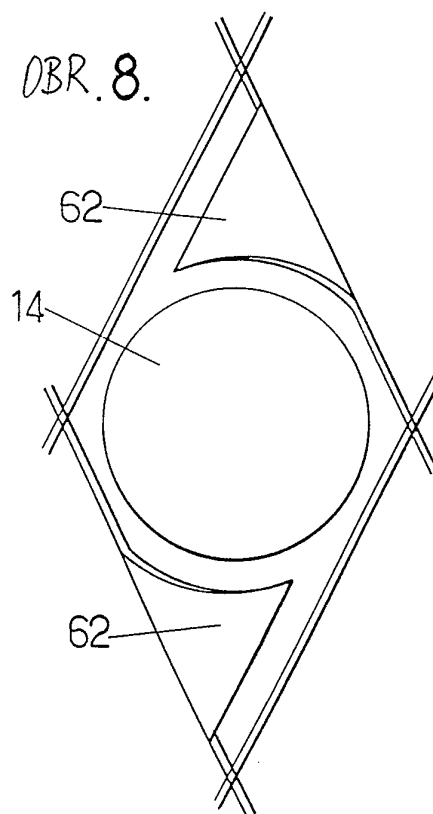
OBR. 4D.



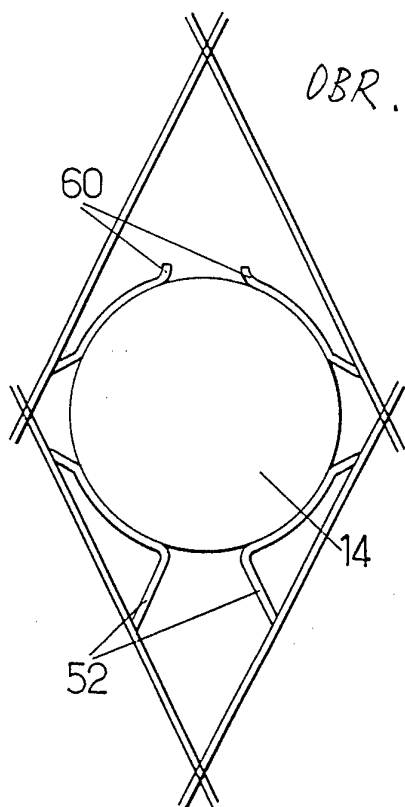
OBR. 6.



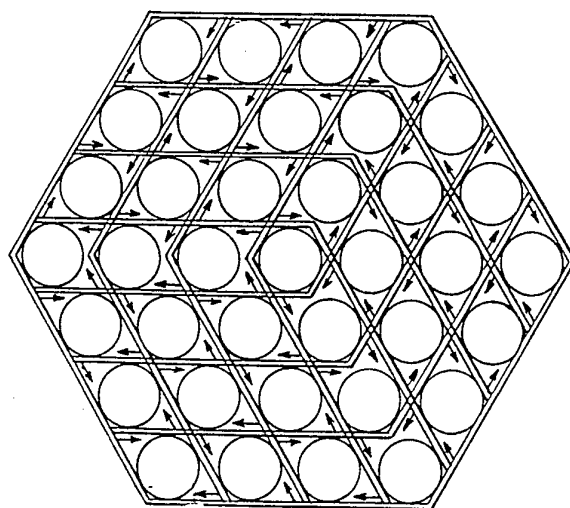
OBR. 8.



OBR. 7.



OBR. 9.



Konec dokumentu