

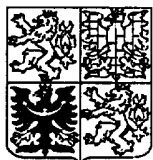
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

285 515

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **4433-90**

(22) Přihlášeno: **12. 09. 90**

(30) Právo přednosti:
15. 09. 89 FR 89/8912143

(40) Zveřejněno: **19. 02. 92**
(Věstník č. 2/92)

(47) Uděleno: **25. 06. 99**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **11. 08. 99**
(Věstník č. 8/99)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
B 23 K 26/06
B 23 K 26/12
// B 23 K 101:14

(73) Majitel patentu:

ELECTRICITE DE FRANCE, Paris, FR;
BUREAU D'ETUDES LABORATOIRE
EUREPEEN DES TECHNIQUES AVANCEES,
Igny, FR;

(72) Původce vynálezu:

Druelle Philippe, Gournay Sur Marne, FR;
Merard René, Igny, FR;

(74) Zástupce:

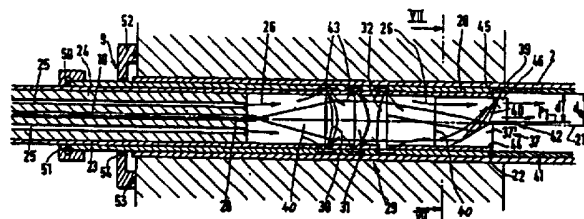
PATENTSERVIS PRAHA, a.s., Jívenská
1273, Praha 4, 14021;

(54) Název vynálezu:

**Způsob svařování trubkového kovového
pláště a zařízení k provádění tohoto
způsobu**

(57) Anotace:

Při svařování emitovaný svazek (40) laserových paprsků pulzuje, přičemž proplachování svařovací oblasti inertním proplachovacím plynem se uskutečňuje v podélném směru svařovací hlavy (9) prostřednictvím jejího konce otevřeného do vnitřního prostoru trubky (2), která se vyprazdňuje odsáváním přes svůj druhý konec, opačný konci se zavedenou svařovací hlavou (9). Zařízení obsahuje odrazové zrcadlo (37) upravené v protilehlém uspořádání k ohnisku (39) zaostření ve vzdálenosti, která je stejná nebo větší než vzdálenost (do) mezi podélnou osou (21) svařovací hlavy (9) a ohniskem (39) zaostření, přičemž válcový plášť (20) je na svém výstupním konci otevřený pro průchod proplachovacího plynu včetně kovových par, vystupujících při svařování z taveniny kovu, dále do trubky (2), ze které se následně odsává.



Způsob svařování trubkového kovového pláště a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu svařování trubkového kovového pláště uvnitř trubky s vnitřním průměrem menším než 50 mm svazkem laserových paprsků a zařízení k provádění tohoto způsobu.

10

Dosavadní stav techniky

Zařízení podle vynálezu se využívá zvláště, i když nikoliv výlučně, při opravách netěsností mezi trubkami tepelného výměníku a trubkovou deskou, kdy k výměně tepla dochází mezi primárním chladivem reaktoru, například jaderného reaktoru tvořeným tlakovou vodou nebo REP a vodu v kapalně fázi a parou tvořeným sekundárním chladivem.

Jde o to, aby se při opravě netěsností trubek výměníku zabránilo jakémukoli znečištění sekundárního obvodu, který musí zůstat bezpodmínečně v nečinnosti, primárním obvodem zaplněným případně se vyskytujícími radioaktivními prvky.

Oprava netěsností trubky výměníku, jakkoli poškozené nebo prasklé v rovině jejích připevňovacích bodů k trubkové desce, je obtížná. Vnitřní průměr trubky výměníku u trubkové desky napojené na chladicí obvod jaderného reaktoru je ve skutečnosti řádu 20 mm.

25

Nedostatky známých svařovacích zařízení spočívají v tom, že zauímají mnoho místa a/nebo spotřebují množství energie a jsou proto příčinou závažných deformací v úrovni trubkové desky a trubky, opatřené opravným pláštěm.

30

Úkolem vynálezu je vyvinout způsob a zařízení pro svařování pláště uvnitř trubky s malým průměrem, odpovídající lépe požadavkům praxe než dosavadní svařovací zařízení a způsoby, a to pokud jde o svařovací zařízení, aby vyžadovalo málo místa, bylo velmi pevné a umožňovalo provádění kvalitních svárů a pokud jde o způsob provádění, aby bylo dosaženo menší spotřeby energie než známými způsoby.

35

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob svařování trubkového kovového pláště uvnitř trubky s vnitřním průměrem menším než 50 mm svazkem laserových paprsků, při kterém se nejprve trubkový kovový plášť zasune do trubky, do které se následně zasune svařovací hlava podlouhlého tvaru tak, že její konec zasahuje do místa svarového spoje v trubkovém kovovém plášti, načež se do optického vlákna, spojeného se svařovací hlavou, vysílá svazek laserových paprsků, zaostřený pomocí zaostřovacích prostředků a odchýlený pomocí odchylovacího prostředku, uspořádaných ve svařovací hlavě, do místa svarového spoje v trubkovém kovovém plášti, ve kterém dochází k roztavení kovu a tím k přivaření trubkového kovového pláště k trubce, přičemž do svařovací hlavy, která se otáčí kolem své podélné osy, se za účelem vytvoření souvislého nebo přerušovaného sváru současně vstřikuje proplachovací plyn, jenž prochází mezi svařovaným místem a odchylovacím prostředkem, od kterého odvádí roztavený kov a kovové páry podle tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že emitovaný svazek laserových paprsků pulzuje; a že proplachování svařovací oblasti inertním proplachovacím plynem se uskutečňuje v podélném směru svařovací hlavy prostřednictvím jejího konce, otevřeného do vnitřního prostoru trubky, která se vyprazdňuje odsáváním přes svůj druhý konec, opačný konci se zavedenou svařovací hlavou.

Výše uvedeného způsobu se přitom dosahuje zařízením sestávajícím z optického vlákna pro přenos svazku paprsků, uloženého svým jedním koncem ve zdroji záření a svým druhým koncem ve svařovací hlavě, tvořené nosičem optického vlákna, souose uspořádaným ve válcovém plášti, obsahujícím jednak zaostřovací prostředky svazku paprsků, vystupujících z optického vlákna, jednak odchylovací prostředek svazku paprsků, vystupujících ze zaostřovacích prostředků a zaměřených na svařovaný úsek trubkového kovového pláště, přičemž odchylovací prostředek obsahuje odrazové zrcadlo pro odrážení svazku paprsků do ohniska zaostření, mezi nímž a odrazovým zrcadlem je vymezeno vnitřní výstupní pásmo, a jednak plynové proplachovací ústrojí určené k proplachování vnitřního výstupního pásma a odstraňování kovových par, vystupujících při svařování z taveniny kovu v oblasti odchylovacího prostředku, jehož podstatou je to, že odrazové zrcadlo je upravené v protilehlém uspořádání k ohnisku zaostření ve vzdálenosti, která je stejná nebo větší než vzdálenost mezi podélnou osou svařovací hlavy a ohniskem zaostření, přičemž válcový plášť je na svém výstupním konci otevřený pro průchod proplachovacího plynu včetně kovových par, vystupujících při svařování z taveniny kovu, dále do trubky, ze které se následně odsává.

Podstatou zařízení je dále to, že nejmenší vzdálenost odrazového zrcadla od ohniska zaostření je menší než 30 mm; že konec optického vlákna, z něhož vyzařuje svazek laserových paprsků, je připevněn v podélné ose svařovací hlavy; a že zaostřovací prostředky pro odchylování svazku paprsků obsahují odchylovací optické prostředky pro odchylování svazku paprsků vůči ose svařovací hlavy a pro jejich směřování na rovné odrazové zrcadlo.

Podstatou zařízení je též to, že zaostřovací prostředky svazku paprsků obsahují jednak meniskus a jednak první sférickou ploskovypuklou čočku, přičemž odchylovací optické prostředky jsou tvořeny válcovým profilem části druhé sférické ploskovypuklé čočky, jejíž osa je rovnoběžná s osou první sférické ploskovypuklé čočky; že svařovací hlava obsahuje odchylovače, tvořené stěnami, uspořádanými symetricky vzhledem k rovině procházející podélnou osou svařovací hlavy, pro zvýšení jak rychlosti proplachovacího plynu ve vnitřním výstupním pásmu, tak i dynamického tlaku, působícího na místo svařování; a že je opatřeno ovládacím a kontrolním prostředkem zdroje záření, přičemž hodnota postupných, impulzů zdrojem záření vyzařovaných svařovacích laserových paprsků se pohybuje od 10 do 50 milisekund.

Pro zařízení podle vynálezu je též podstatné i to, že zdrojem záření pro vyzařování svařovacích laserových paprsků je kompaktní zdroj laserových paprsků typu YAG, že svařovací hlava je opatřena jak otáčecími prostředky pro její otáčení kolem osy svařovací hlavy, tak posuvovými prostředky pro její posouvání v podélném směru vzhledem ke svařovaným součástem; a že proplachovací plyn je neutrální.

Za podstatu zařízení je též nutno považovat i to, že svařovací hlava je opatřena obtoky, upravenými na vnitřním povrchu válcového pláště okolo zaostřovacích prostředků svazku paprsků; a že osa odrazovým zrcadlem odráženého kužele svazku paprsků, nastaveného jeho špičkou do ohniska zaostření, svírá s tečnou rovinou svařovaných součástí úhel dopadu, který je menší než 30°.

Vynález odstraňuje již výše zmíněné nevýhody a poskytuje další výhody, spočívající v tom, že k promývání se používá neutrálního plynu, s výhodou argonu. Nejmenší vzdálenost, oddělující odchylovací prostředky od bodu zaostření je malá, řádu 30 mm, s výhodou v rozmezí 5 až 10 mm. Konec optického vlákna, z něhož vyzařuje svazek laserových paprsků, je připevněn v ose svařovací hlavy; a zaostřovací prostředky svazku paprsků obsahují optické prostředky odchylovací svazek paprsků od osy svařovací hlavy a zaměřují jej na odrazové zrcadlo.

Přehled obrázků na výkresech

Na připojených výkresech znázorňuje obr. 1 schéma principu svařovacího zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, použitého při opravě trubky výměníku tepla, obr. 2 schéma axiálního řezu svařovací hlavou ve zvětšeném měřítku, obr. 3 schéma principu části optického systému zařízení podle obr. 1; obr. 4a, 4b v pohledu zepředu a v řezu variantu provedení čočky, tvořící prostředky odchylovící svazek příslušející zaostřovacím prostředkům zařízení podle vynálezu, obr. 5 schématický pohled s částečným řezem, znázorňujícím část svařovací hlavy zařízení podle vynálezu s bočními deflektory; obr. 6 schématický řez rovinou VI-VI z obr. 5, obr. 7 částečný svislý řez rovinou VII-VII z obr. 2; obr. 8 částečný schématický axiální řez ve zvětšeném měřítku koncem svařovací hlavy u jiného provedení vynálezu; obr. 9 schématický perspektivní pohled na samostatný prostředek svařovací hlavy v trubce; obr. 10 pohled v řezu na jiné provedení upevňovacích prostředků a obtoku čoček svařovací hlavy podle obr. 2 a obr. 11 pohled v řezu rovinou XI-XI z obr. 10.

Příklady provedení vynálezu

Tepelný výměník, znázorněný schématicky na obr. 1, je běžného typu užívaného u vodních tlakových reaktorů. Sestává z pláště 1 obsahujícího svazek trubek 2 tvaru U, jejichž koncové části 3 procházejí trubkovou deskou 4. Průměr trubky 2 na obr. 1 je zakreslen v poměru k plášti 1 a k trubkové desce 4 ve zvětšeném měřítku. Trubková deska 4 vymezuje přepážkou 5 nádrž 6 na studenou vodu a nádrž 7 na teplou vodu. Nádrž 6 je opatřena příváděcím potrubím a nádrž 7 odváděcím potrubím primárního chladiva reaktoru (nejsou znázorněny). Část hlavního obvodu ve výměníku je izolována a vyprazdňována a známým způsobem čištěna.

Část 8 výměníku, ležící mezi trubkami 2 a pláštěm 1, je naplněna při provozu sekundárním chladivem reaktoru a patří proto k sekundárnímu obvodu.

Zařízení podle vynálezu sestává ze svařovací hlavy 9 (například válcové), připojené na jednom ze svých konců k optickému vláknu 10 pro přenos svazku 40 laserových paprsků. Optické vlákno 10 je zpravidla monovlákno z křemene o průměru 500 až 1500 μm . Je však možno použít i jiných typů, tvořených několika vlákny (vícevláknové svazky). Vlákno 10, případně svazek vláken, jsou druhým koncem spojeny se zdrojem 12 souvislého záření, vysílaného laserem známého typu.

Zpravidla je laser pevný, známého typu pod názvem YAG (délka vlny řádu mikronu) obsahující ionty Nd.

Hustoty záření spuštěného laserového zdroje 12 záření podle vynálezu je v rozmezí od 0,1 do 5 MW/cm^2 , s výhodou řádu 0,3 MW/cm^2 .

Svařovací hlava 9 je spojena hadicí 13 s proplachovacím ústrojím 14 proplachovacího plynu, například argonu, obsahujícím nádrž tlakového argonu a prostředky pro regulaci plynových dávek vstřikovaných do svařovací hlavy 9 hadicí 13.

Svařovací zařízení obsahuje prostředky pro automatické otáčení svařovací hlavy 9 kolem její podélné osy 21 a prostředky pro podélný automatický posuv svařovací hlavy 9 podél její podélné osy 21.

Rotační prostředky (nejsou znázorněny) jsou umístěny vně svařovací hlavy 9. Jsou uspořádány na povrchu trubky 2 určené k opravě a jsou tvořeny známým způsobem, například dvěma pastorky, z nichž jeden je připevněn ke svařovací hlavě 9, druhý k podpěře 15, přičemž jsou ve vzájemném záběru podle dvou rovnoběžných os a jsou poháněny krokovým motorem na základě

numerického řízení, připevněného například k uvedené podpěře 15. Prostředky pro podélný posun, které nejsou rovněž znázorněny, jsou známého typu a obsahují nekonečný závit, pevně spojený se svařovací hlavou 9, spolupracující s maticí připevněnou k podpěře 15 a poháněný
 5 krokovým motorem. Podpěra 15 je tvořena například prvkem, jehož se běžně užívá při kontrole a údržbě jaderného reaktoru a k němuž jsou svařovací hlava 9 a její rotační a posuvný prostředek
 snadno přizpůsobitelné. Tímto prvkem je výhodně prvek typu nazývaného často "pavouk", přičemž jeho možné konstrukce jsou popsány například v patentových spisech US-A-4 018 345 a FR A-2 309 314.

10 Vakuační prostředek 16 vnitřku trubky 2 obsahuje hlavici 17, která se připevňuje těsně na opačné koncové části 3 trubky 2, než na které je vsazena svařovací hlava 9. K hlavici 17 je připojen hadicí 18 vakuační prostředek 16, například vývěva.

Rotační a posuvný prostředek svařovací hlavy 9, zdroj 12 záření laserových paprsků, proplachovací ústrojí 14 a vakuační prostředek 16 jsou ovládány ovládacími a kontrolními
 15 prostředky 17a. Prostředky 17a obsahují například programovatelné zařízení umožňující funkci svařovacího zařízení, jak bude dále popsáno.

Na obr. 2 je znázorněn axiální řez svařovací hlavou 9 zařízení podle vynálezu.

20 Svařovací hlava 9 se skládá z kovového válcového pláště 20, například z nerezavějící oceli, s podélnou osou 21. Vnější průměr pláště 20 je například 19 mm. Vzhledem k tomu je kovový válcový plášť 20 vhodný k spolupráci s vnitřkem trubky 2 výměníku, jejíž vnitřní průměr je 20 mm, což umožňuje samostředění svařovací hlavy 9 v trubce 2. Je možno použít specifických
 25 samostředících prostředků známého typu nebo prostředků, které budou dále popsány v souvislosti s provedeními znázorněnými na obr. 8 a 9. Kovový válcový plášť 20 je na svém prvním konci 22 otevřený a na druhém konci 23 je opatřen kovovou zátkou 24, proraženou místy
 přírodními průchody 25 proplachovacího plynu, jehož dráha je znázorněna na obr. 2 uvnitř svařovací hlavy 9 šipkami 26.

30 Přírodní průchody 25 jsou umístěny symetricky podle podélné osy 21 a jejich počet je například šest nebo osm. Svařovací hlava 9 je spojena s optickým vláknem 10 pro převod svazku 40 laserových paprsků koncem 28 optického vlákna 10 připevněným k zátce 24 v podélné ose 21 svařovací hlavy 9.

35 Jak je znázorněno na obr. 2, 3 obsahuje svařovací hlava 9 zaostřovací prostředky 29 svazku 40 laserových paprsků, tvořené například sférickým meniskem 30, sférickou ploskovypuklou čočkou 31 a optickými odchylovacími prostředky 32, tvořenými ploskovypuklou poločočkou, vystupující z odříznutého válcového okraje ploskovypuklé čočky s velkým průměrem,
 40 vyznačeným na obr. 3 čárkovane.

Obr. 4a a 4b znázorňují přesněji provedení odchylovacích prostředků 32, tvořených čočkou 35 s osou 35', vystupující z válcové karotáže nebo z vývrtu sférické ploskovypuklé čočky 36 s osou 36', přičemž osa 35' čočky 35 je rovnoběžná s osou 36' čočky 36.

45 Odchylovací prostředek 37 (viz obr. 2) je tvořen plochým odrazovým zrcadlem 37' umístěným v rovině kolmé k svazku 40 paprsků a skloněné o úhel 20° až 60° vůči podélné ose 21 svařovací hlavy 9.

50 Zrcadlo 37' odchyluje svazek 40 paprsků a zostřuje odchýlený svazek 40 paprsků na ohnisko 39 zaostření, ležící na součástech určených k svaření, tvořených v popisovaném příkladu trubkou 2 výměníku a válcovým pouzdem 41, které je v těsném dotyku s vnitřní stěnou trubky 2, do níž bylo dříve vloženo a k níž bylo připevněno například zaválcováním, rozepřením nebo hydraulickým drážkováním. Úhly odchýlení svazku 40 laserových paprsků mezi dopadajícími

a odpovídajícími odraženými úhly jsou v rozmezí 80° až 100° . Jsou určeny velikostí sklonu zrcadla 37' vůči podélné ose 21 a vzdáleností mezi zrcadlem 37' a ohniskem 39 zaostření.

5 Odchýlený svazek 40 paprsků tvoří kužel, jehož vrcholem je ohnisko 39 zaostření. Odchylovací prostředky 32 a zrcadlo 37' jsou například uspořádány tak, aby osa kuželu svazku 40 paprsků svírala s tečnou rovinou součástí určených k svařování úhel dopadu v rozmezí mezi 30° a 0° (normální dopad), což příznivě ovlivňuje dobrý průnik svaru. Podle vynálezu má svařovací hlava 9 výstupní pásmo 42, oddělující zrcadlo 37' od ohniska 39 zaostření svazku 40 paprsků.

10 Toto výstupní pásmo 42 ležící uvnitř nebo, což se pokládá za ekvivalentní, zčásti uvnitř svařovací hlavy 9, představuje vzhledem k tomu, že se válcový plášť 20 uzavírá více nebo méně nad zrcadlem 37', nominální průchod plynu vypouštěného proplachovacím ústrojím 14. Tento minimální průřez je zpravidla větší než polovina nebo se rovná polovině vnitřního průřezu válcového pláště 20, což je proto, že odraz svazku 40 paprsků je celý umístěn vzhledem
15 k ohnisku 39 zaostření ve vzdálenosti rovnající se nebo převyšující vzdálenost do oddělující podélnou osu 21 svařovací hlavy 9 od ohniska 39 zaostření. Vzdálenost d roviny P_1 , rovnoběžné s osou 21 a dosahující k horní zarážce zrcadla 37' nebo obecněji vyjádřeno, obsahující bod odchylovacích prostředků 37, ležící nejbližší ohnisku 39 zaostření, je stejná nebo je větší než vzdálenost d_0 .

20 Ve svařovacím zařízení podle vynálezu je u popisovaného provedení vzdálenost d_0 10 mm.

Pro umožnění přístupu plynu vstříkovaného do svařovací hlavy 9 přírodními průchody 25, umístěnými na opačné straně, vzhledem k výstupnímu pásmu 42, ležícímu v blízkosti prvního konce 22 svařovací hlavy 9, obsahuje válcový plášť 20 obtoky 43 plynu okolo zaostřovacích prostředků 29. Tyto obtokové prostředky jsou tvořeny například zčásti kruhovými hrdly, vyhloubenými ve vnitřním povrchu válcového pláště 20 svařovací hlavy 9.

30 Zařízení podle vynálezu je opatřeno trubkovým kovovým pláštěm 44 pro upevnění zaostřovacích prostředků 29 a odchylovacích prostředků 37.

Plášť 44 umožňuje průchod proplachovacího plynu a je v dotyku s válcovým pláštěm 20, v němž se může otáčet s malým třením. Otvory 45 v trubkovém plášti 44 v místě obtoku 43 tvoří druhou část obtokových prostředků. Plyn sleduje dráhu vyznačenou na obr. 2 šipkami 26.

35 Jsou přitom možná ještě další provedení připevňovacích prostředků a obtoků 43 menisku 30 a čoček 31, 32. Například, jak je znázorněno na obr. 10 a 11, čočka 60 je připevněna ve válcovém tělese 61, které je v dotyku s vnitřkem válcového pláště 20, v němž je upevněno.

40 Válcové těleso 61, jehož vnější průměr je například 16 mm, se skládá z první části 62 s prvním vnitřním průměrem a z druhé části 63 s druhým vnitřním průměrem, který je větší než první vnitřní průměr a tvoří prstencové osazení 64, na něž dosedá a k němuž je připevněna čočka 60. Dva válcové otvory 65 o průměru například 8 mm jsou napříč, podél a kolmo k ose válcového tělesa 61 a tvoří obtokové prostředky plynů 66, jak je znázorněno na obr. 10. Takovéto
45 uspořádání umožňuje široký průchod plynu 66 kolem čočky 60, což se příznivě projevuje jeho chlazením a snížením jeho ztrát.

Svařovací hlava 9 obsahuje ještě odchylovač 46 tvořený rovnými stěnami, umístěnými symetricky, vzhledem k rovině procházející podélnou osou 21 svařovací hlavy 9 a vzájemně
50 připevněnými podélnou zarážkou 47 (obr. 7). Odchylovač 46 je ve tvaru obráceného písmena V, jehož vnitřní plochy jsou v dotyku se svazkem 40 paprsků (obr. 2), vycházejících od zaostřovacích prostředků 29, tj. menisku 30 a čoček 31, 32. Odchylovač 46 (obr. 7) je opatřen otvorem, propouštějícím svazek 40 laserových paprsků k součástem určeným k svařování.

Jiné provedení odchylovače 46 je znázorněno na obr. 5 a 6. Odchylovač 46 je tvořen zakřivenými stěnami, symetrickými vzhledem k rovině procházející podélnou osou 21 a zužující se do tvaru Venturiho trubice, pro vedení a zrychlení plynu k ohnisku 39 zaostření a svaření.

- 5 Jak bylo uvedeno, svařovací zařízení (viz obr. 2) obsahuje prostředky (nejsou znázorněny), umístěné vně svařovací hlavy 9 pro automatické otáčení svařovací hlavy 9 kolem podélné osy 21. Tyto prostředky umožňují otáčení trubkového kovového pláště 44 a současně dalších částí svařovací hlavy 9, které jsou k ní připevněné, totiž kovové zátky 24, zaostřovacích prostředků 29, zrcadla 37 a odchylovače 46, uspořádaných uvnitř válcového pláště 20 svařovací hlavy 9.
10 Prstenec 50, připevněný k plášti 20 a obsahující těsnicí spoj 51 známého typu (například spoj tórický), zajišťuje při otáčení těsnost s pláštěm 20, aby se zabránilo úniku tlakového plynu vháněného do svařovací hlavy 9 průchody 25.

- Zařízení je rovněž opatřeno prostředky pro podélné automatické posouvání svařovací hlavy 9
15 v trubce 2 určené k opravě. Obsahují těsnicí část 52 ve tvaru poklopu, jehož základna je opatřena těsnicím spojem 53 s trubkovou deskou 4. Těsnicí částí 52 ve tvaru poklopu prochází na příslušných místech trubkový plášť 20 svařovací hlavy 9. Těsnicí část 52 ve tvaru poklopu a trubkový plášť 20 jsou vzájemně posuvné. Spolupracují v dotyku pomocí těsnicího tórického spoje 54. Těsnicí část 52 ve tvaru poklopu je udržována pod tlakem na trubkovou desku 4
20 známými prostředky, které nejsou znázorněny.

Na obr. 8 je znázorněno jiné provedení konce svařovací hlavy 9 podle vynálezu se zvýšeným působením promývacího plynu v blízkosti ohniska 39 zaostření.

- 25 Konec 70 svařovací hlavy 9 má menší vnější průměr než je vnitřní průměr pouzdra 71, do něhož je zasunut.

- Náběžník 72 je připevněn k válcovému plášti 73 svařovací hlavy 9 před zrcadlem 74 obráceným proti směru dráhy svazku 75 laserových paprsků. Zrcadlo 74 je umístěno zcela pod axiální rovinou 77 svařovací hlavy 9, vzhledem k zaostřovacímu bodu 83. Na náběžníku 72 je vytvořena rovná plocha 78, na kterou působí plyn 79 a která je skloněná směrem k zrcadlu 74, například v úhlu 60° vůči rovině zrcadla 74.
30

- Náběžník 72 je rovněž opatřen zadní stěnou 80, zakřivenou zčásti do kuželovitého, zčásti do rovného tvaru, jejíž směr je téměř rovnoběžný s nejbližší tvořící přímkou 81 kuželovitého svazku 75 laserových paprsků zaostřených do zaostřovacího bodu 83.
35

- Nad zrcadlem 74 je umístěn druhý náběžník 84 vedení plynu 79, tvořící šikánu 85 mezi zadní stěnou 80 náběžníku 72 a přední stěnou 86 druhého náběžníku 84. Tato přední stěna 86 je například rovná nebo zčásti kuželovitá a je téměř rovnoběžná s nejbližší tvořící přímkou 87 svazku 75 laserových paprsků.
40

- Výška zrcadla 74 druhého náběžníku 84 a horního promývacího pásma 88 jsou například a výhodně přibližně stejné, přičemž každá z nich je rovná třetině vnitřního průměru svařovací hlavy 9. Takovéto uspořádání, které má za následek nucenou změnu směru promývacího plynu 79, umožňuje prodloužení jeho dynamického účinku, přičemž vhání prach vznikající při svařování do proudu plynu 79 a do prodloužení svařovací hlavy 9. U popisovaného provedení je svařovací hlava 9 na svém výstupním konci 89 zcela otevřená.
45

- Na tomto výstupním konci 89 jsou například připevněny samostředící prostředky 90, které budou dále popsány v souvislosti s popisem provedení znázorněným na obr. 8 a 9.

Tyto samostředící prostředky 90 obsahují například tři pružné kovové, 2 mm široké a 5 cm dlouhé lamely 91, které mohou též tvořit válcovitou třínožku, přičemž jednotlivé lamely 91 jsou

vzájemně k sobě připevněny jedním svým koncem 92 a tvoří tak třínožku. Každá lamela 91 je zakončena patkou 93 ohnutou v úhlu 90° ven a vtlačenu bočně do dírký 94 vyhloubené za tímto účelem na výstupním konci 89 svařovací hlavy 9.

- 5 V místě společného konce 92 lamel 91 je vsazen kruhový kartáč 95 s radiálními kovovými nebo slaměnými ohebnými štětiniami 96. Průměr kartáče 95 je o něco větší, například o několik desetin milimetru, než vnitřní průměr pouzdra 71. Štětiny 96 jsou jednotlivé nebo jsou uspořádány v chomáčích vzájemně od sebe oddělených mezerami 97 pro umožnění hladkého toku proudu plynů 79. Například v pouzdře 71 s průměrem 1,6 mm je kovová štětina 96 dlouhá od jednoho
10 konce ke druhému 16,3 mm, přičemž štětiny 96 jsou rozděleny do osmi chomáčků, každý s deseti ohebnými štětiniami 96.

Dále bude popsána činnost svařovacího zařízení podle vynálezu, jehož bylo použito k opravě trubky 2 malého průměru, přesněji k opravě trubky 2 tepelného výměníku jaderného reaktoru.

- 15 Nejprve se zjistí trubka 2, již je třeba opravit, poté se zasune předběžně dovnitř do trubky 2 určené ke sváření, například v blízkosti trubkové desky 4, válcové pouzdro 41, načež se připevní nosná podpěra 15 svařovací hlavy 9 svým čelem k trubce 2 určené k opravě. Do trubky 2 se poté zavede svařovací hlava 9 až do polohy určené vzhledem k válcovému pouzdru 41 s nímž má být
20 trubka 2 svařena, například tak, aby dosedla na válcové pouzdro 41, jak je znázorněno na obr. 2. Tento úkon se provádí dálkově a je řízen ovládacími a kontrolními prostředky 17a. Zevnitř trubky 2 se nasává vzduch pomocí vakuačních prostředků 16 a těsnicí hlavice 17, která byla dříve připevněna na druhém konci trubky 2 určené k opravě.

- 25 Poté se vstříkuje do svařovací hlavy 9 pod tlakem několika barů (MPa) proplachovací plyn, například známý neutrální plyn argon nebo dusík. Plyn vniká do svařovací hlavy 9 průchody 25, sleduje dráhu označenou na obr. 2, 5 a 6 šipkami 26 a promývá pod tlakem, který se rovná tlaku vstříkovaného plynu, beze ztrát výstupní pásmo 42. Odchylovače 46 zvyšují rychlost proudu plynu ve výstupním pásmu 42 a usměrňují jeho dráhu na ohnisko 39 zaostření. Odvádění
30 proplachovacího plynu je usnadněno nasáváním uvnitř trubky 2 ve směru svařovací hlavy 9 pomocí vakuačního prostředku 16.

- Ze zdroje 12 záření typu laser Nd, YAG intenzitou řádu několika set Wattů, se pak vysílá souvislý svazek 40 paprsků. Vysílání probíhá výhodně impulzivně, přičemž doba emise impulzů
35 kolísá v rozmezí 5 až 100 ms, například 20 ms pro energii od 10 do 50 J rychlostí od 1 do 10 rázů za sekundu, například 6 rázů za sekundu.

- Svazek 40 laserových paprsků vysílaný zdrojem 12 záření je zhušťován známým způsobem kondenzátorem 12' (obr. 3), přenášen optickým vláknem 10, zaostřován zaostřovacími prostředky 29 a poté odchylován zrcadlem 37', řízen a zostřován pod strmým dopadem blízkým kolmici na
40 válcové pouzdro 41, které se takto přivádí natavením na trubku 2. Průměr ohniska 39 zaostření, dosaženého zařízením podle vynálezu, se zmenšuje, například na 50 mikronů, čímž se dosahuje dokonalého průniku sváru, například 1,5 mm.

- 45 Během svařování dochází k emisi kovových par (páry a tekutých kapek) ve směru k zrcadlu 37'. Proplachování výstupního pásma 42 plynem, například minimálního horního úseku, nebo rovnajícího se polovině úseku svařovací hlavy 9, například s minimálním průřezem řádu 100 m^2 , umožňuje dopravit kovové páry mimo oblast zrcadla 37' do prodloužení svařovací hlavy 9 a tím zabránit znečištění zrcadla 37', které by se jinak okamžitě pokrylo rekondenzovanými kovovými
50 parami.

Dynamický tlak, působící na svařovací bod, omezuje však sám o sobě tvoření kovových par.

Poté se uvádí svařovací hlava 9 do otočného pohybu kolem její podélné osy 21 za účelem přetržitého nebo souvislého povrchového sváření válcového pouzdra 41 s trubicou 2, která ji obsahuje.

- 5 Všechny tyto operace byly naprogramovány a řízeny ovládacími a kontrolními prostředky 17a. Provádějí se například buď automaticky, nebo poloautomaticky.

10 Jak je zřejmé a jak vyplývá ostatně z toho, co bylo uvedeno, není vynález omezen na popsaná provedení. Zahrnuje zvláště případ, kdy povrch zadní části zrcadla 37' má tvar misky, profilované tak, aby podporovala laminární výtok proplachovacího plynu ve směru výstupního pásma 42. Též proplachovací plyn může být veden jiným provedením obtoku. Jinak mohou být provedeny i zaostřovací samostředící prostředky 90 uvnitř svařovací hlavy 9. Potrubní vedení, jímž se vstřikuje proplachovací plyn přímo do výstupního pásma 42, může procházet též podél svařovací hlavy 9.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

20

1. Způsob svařování trubkového kovového pláště (41) uvnitř trubky (2) s vnitřním průměrem menším než 50 mm svazkem (40) laserových paprsků, při kterém se nejprve trubkový kovový plášť (41) zasune do trubky (2), do které se následně zasune svařovací hlava (9) podlouhlého tvaru tak, že její konec zasahuje do místa svarového spoje v trubkovém kovovém plášti (41), načež se do optického vlákna (10), spojeného se svařovací hlavou (9), vysílá svazek (40) laserových paprsků, zaostřený pomocí zaostřovacích prostředků (29) a odchylený pomocí odchylovacího prostředku (37), uspořádaných ve svařovací hlavě (9), do místa svarového spoje v trubkovém kovovém plášti (41), ve kterém dochází k roztavení kovu a tím k přivaření trubkového kovového pláště (41) k trubce (2), přičemž do svařovací hlavy (9), která se otáčí kolem své podélné osy (21), se za účelem vytvoření souvislého nebo přerušovaného sváru současně vstřikuje proplachovací plyn, jenž prochází mezi svařovaným místem a odchylovacím prostředkem (37), od kterého odvádí roztavený kov a kovové páry, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že emitovaný svazek (40) laserových paprsků pulzuje; a že proplachování svařovací oblasti inertním proplachovacím plynem se uskutečňuje v podélném směru svařovací hlavy (9) prostřednictvím jejího konce, otevřeného do vnitřního prostoru trubky (2), která se vyprazdňuje odsáváním přes svůj druhý konec, opačný konci se zavedenou svařovací hlavou (9).

2. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1, sestávající z optického vlákna (10) pro přenos svazku (40) paprsků, uloženého svým jedním koncem ve zdroji (12) záření a svým druhým koncem ve svařovací hlavě (9), tvořené nosičem optického vlákna (10), souose uspořádaným ve válcovém plášti (20), obsahujícím jednak zaostřovací prostředky (29) svazku (40) paprsků, vystupujících z optického vlákna (10), jednak odchylovací prostředek (37) svazku (40) paprsků, vystupujících ze zaostřovacích prostředků (29) a zaměřených na svařovaný úsek trubkového kovového pláště (41), přičemž odchylovací prostředek (37) obsahuje odrazové zrcadlo (37') pro odražení svazku (40) paprsků do ohniska (39) zaostření, mezi nímž a odrazovým zrcadlem (37') je vymezeno vnitřní výstupní pásmo (42), a jednak plynové proplachovací ústrojí (14), určené k proplachování vnitřního výstupního pásma (42) a odstraňování kovových par, vystupujících při svařování z taveniny kovu v oblasti odchylovacího prostředku (37), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že odrazové zrcadlo (37') je upravené v protilehlém uspořádání k ohnisku (39) zaostření ve vzdálenosti, která je stejná nebo větší než vzdálenost (do) mezi podélnou osou (21) svařovací hlavy (9) a ohniskem (39) zaostření, přičemž válcový plášť (20) je na svém výstupním konci

otevřený pro průchod proplachovacího plynu včetně kovových par, vystupujících při svařování z taveniny kovu, dále do trubky (2), ze které se následně odsává.

5 3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že nejmenší vzdálenost odrazového zrcadla (37') od ohniska (39) zaostření je menší než 30 mm.

10 4. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že konec (28) optického vlákna (10), z něhož vyzařuje svazek (40) laserových paprsků, je připevněn v podélné ose (21) svařovací hlavy (9); a že zaostřovací prostředky (29) pro odchylování svazku (40) paprsků obsahují odchylovací optické prostředky (32) pro odchylování svazku (40) paprsků vůči ose (21) svařovací hlavy (9) a pro jejich směřování na rovné odrazové zrcadlo (37').

15 5. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že zaostřovací prostředky (29) svazku (40) paprsků obsahují jednak meniskus (30) a jednak první sférickou ploskovypuklou čočku (31), přičemž odchylovací optické prostředky (32) jsou tvořeny válcovým profilem části druhé sférické ploskovypuklé čočky, jejíž osa je rovnoběžná s osou první sférické ploskovypuklé čočky (31).

20 6. Zařízení podle nároků 2 až 5, **vyznačující se tím**, že svařovací hlava (9) obsahuje odchylovače (45), tvořené stěnami, uspořádanými symetricky vzhledem k rovině procházející podélnou osou (21) svařovací hlavy (9), pro zvýšení jak rychlosti proplachovacího plynu ve vnitřním výstupním pásmu, tak i dynamického tlaku, působícího na místo svařování.

25 7. Zařízení podle nároků 2 až 6, **vyznačující se tím**, že je opatřeno ovládacím a kontrolním prostředkem (17a) zdroje (12) záření, přičemž hodnota postupných impulzů zdrojem (12) záření vyzařovaných svařovacích laserových paprsků se pohybuje od 10 do 50 milisekund.

30 8. Zařízení podle nároků 2 až 7, **vyznačující se tím**, že zdrojem (12) záření pro vyzařování svařovacích laserových paprsků je kompaktní zdroj laserových paprsků typu YAG.

35 9. Zařízení podle nároků 2 až 8, **vyznačující se tím**, že svařovací hlava (9) je opatřena jak otáčecími prostředky pro její otáčení kolem osy (21) svařovací hlavy (9), tak posuvovými prostředky pro její posouvání v podélném směru, vzhledem ke svařovaným součástem.

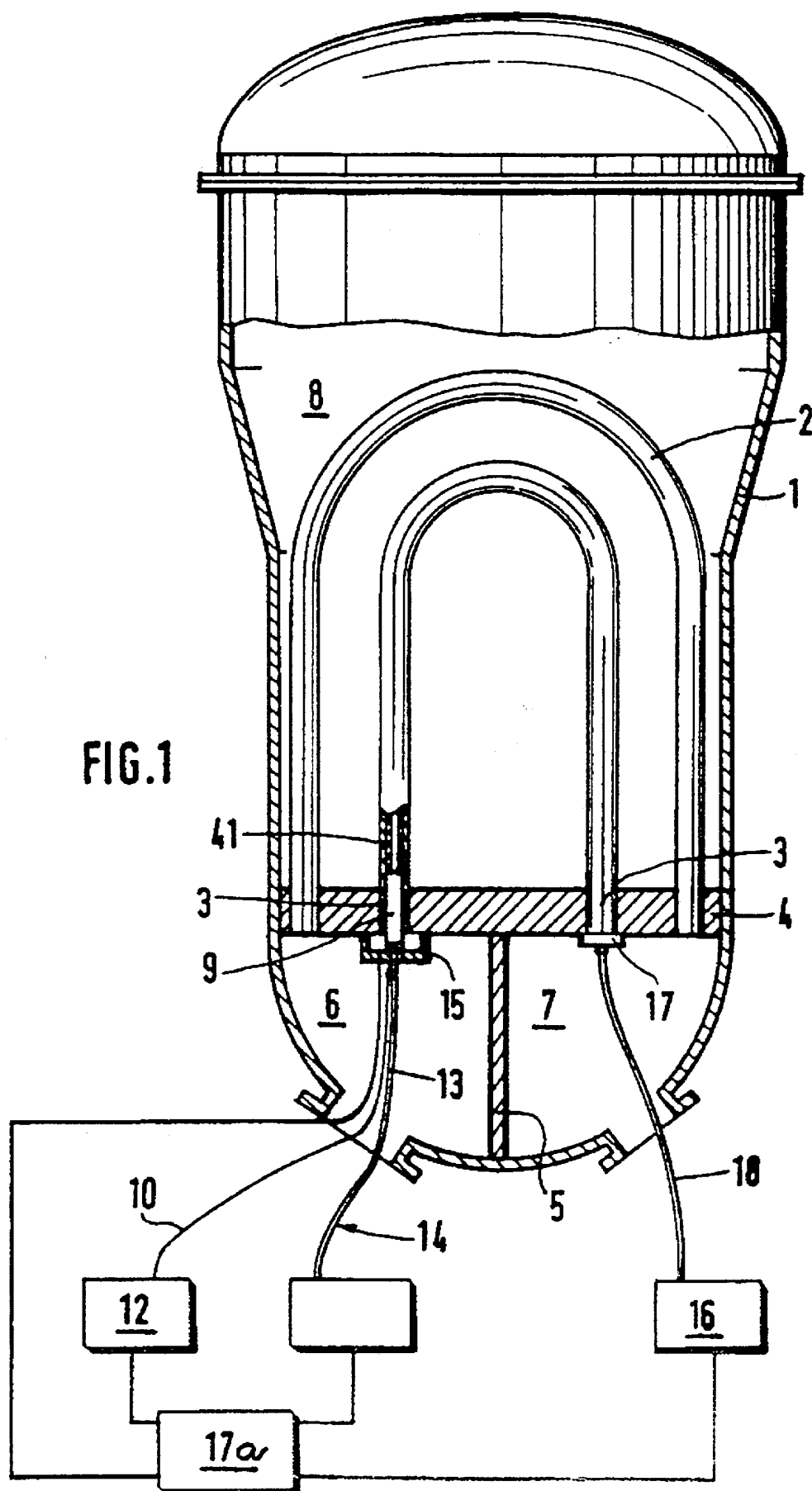
10. Zařízení podle nároků 2 až 9, **vyznačující se tím**, že proplachovací plyn je neutrální.

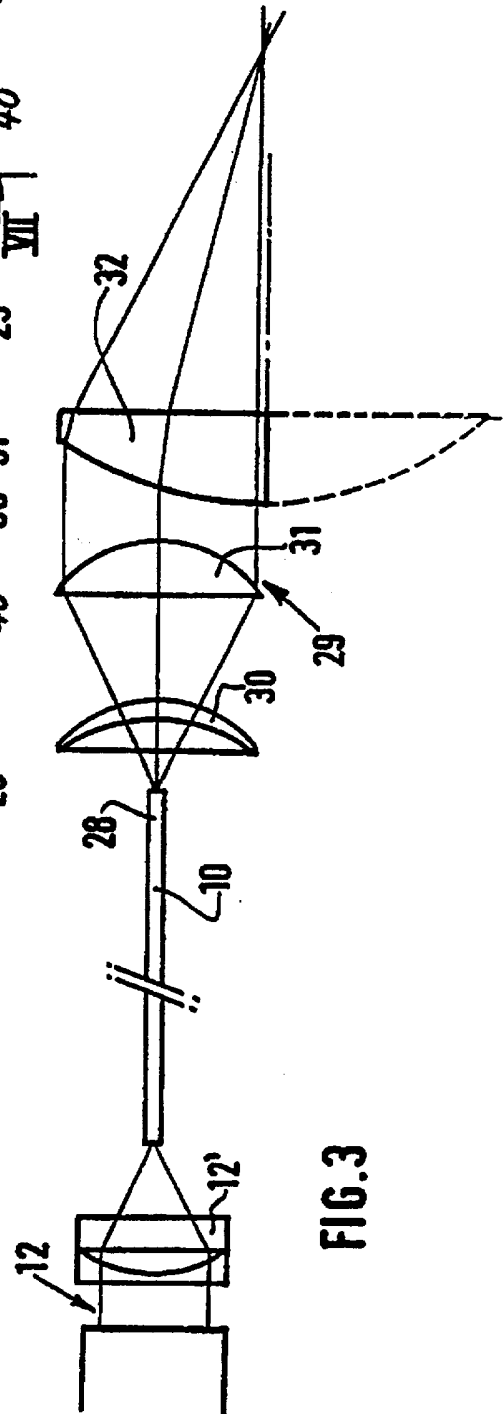
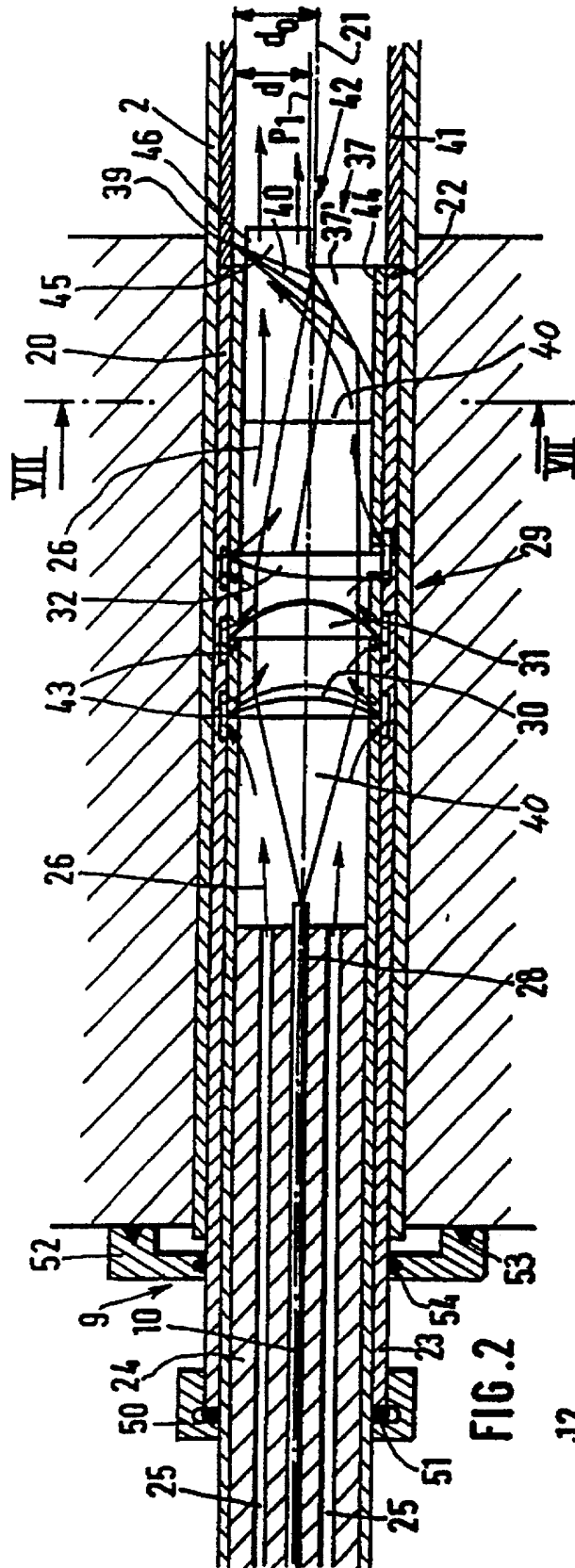
40 11. Zařízení podle nároků 2 až 10, **vyznačující se tím**, že svařovací hlava (9) je opatřena obtoky (43), upravenými na vnitřním povrchu válcového pláště (20) okolo zaostřovacích prostředků (29) svazku paprsků.

45 12. Zařízení podle nároků 2 až 11, **vyznačující se tím**, že osa odrazovým zrcadlem (37') odraženého kužele svazku (40) paprsků, nastaveného jeho špičkou do ohniska (39) zaostření, svírá s tečnou rovinou svařovaných součástí úhel dopadu, který je menší než 30°.

50

4 výkresy





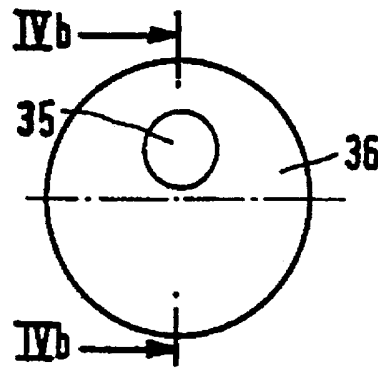


FIG. 4a

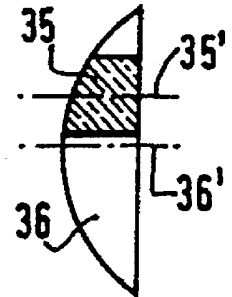


FIG. 4b

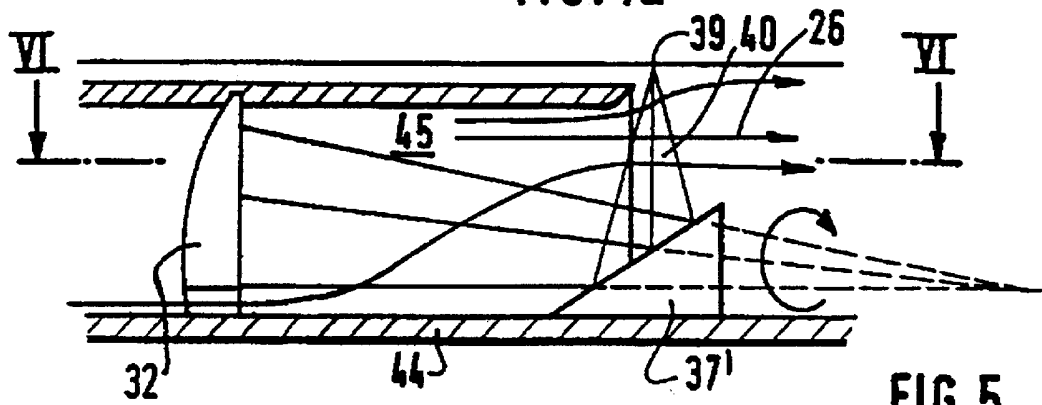


FIG. 5

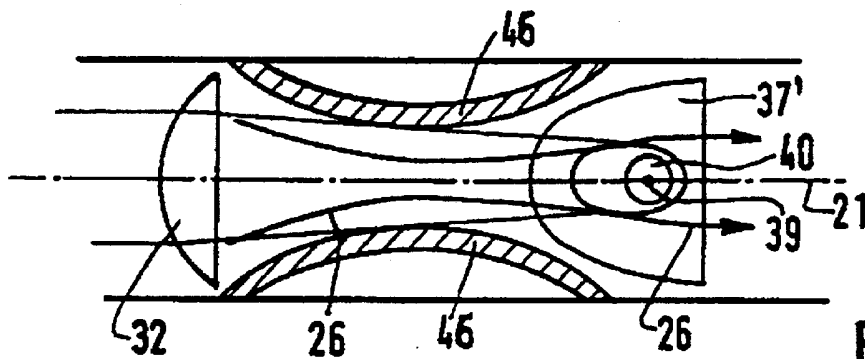


FIG. 6

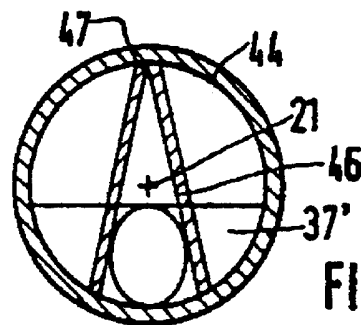
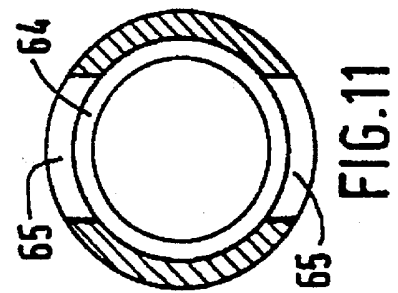
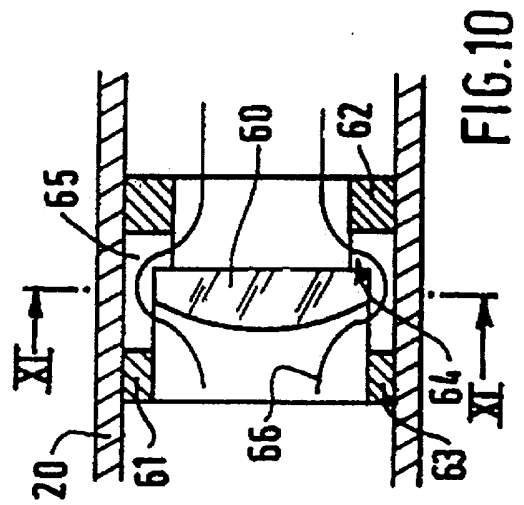
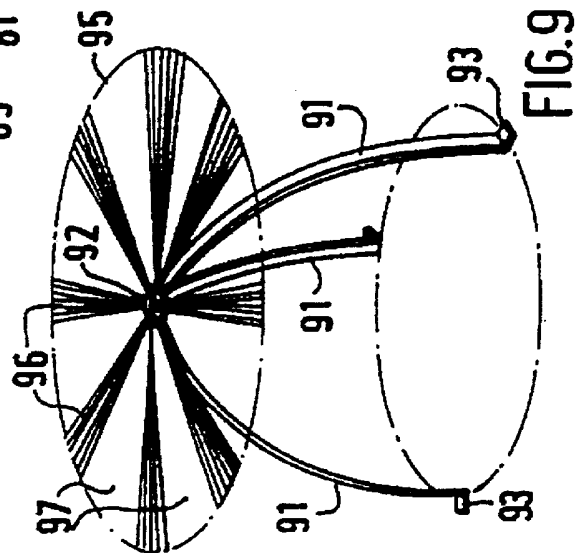
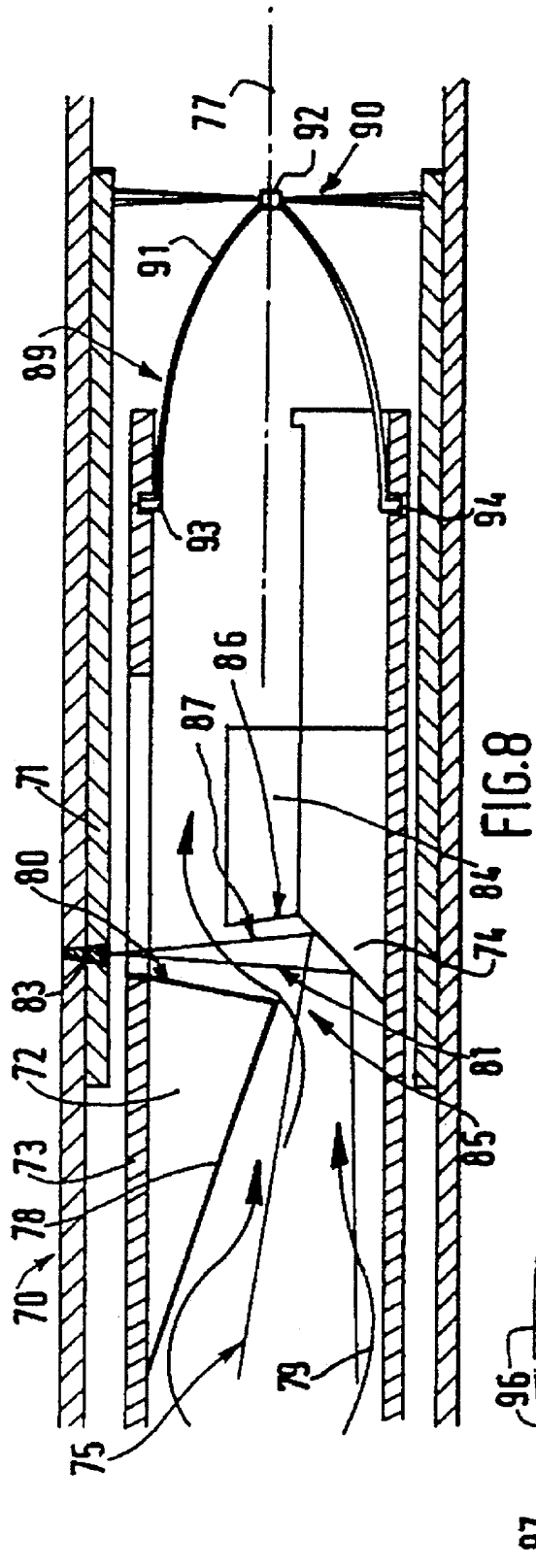


FIG. 7



Konec dokumentu