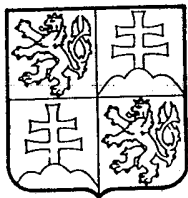


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 04433-90.T

(13) A3

5(51) B 23 K 26/06,
26/12
//B 23 K 101:14

(22) 12.09.90

(32) 15.09.89

(31) 89/891214

(33) FR

(40) 19.02.92

(71) ELECTRICITE DE FRANCE, Paris, FR
BUREAU D ETUDES LABORATOIRE EUROPEEN DES TECHNIQUES AVANCEES, Igny, FR

(72) Druelle Philippe, Gournay Sur Marne, FR
Merard René, Igny, FR

(54) Způsob svařování kovového trubkového pláště uvnitř kovové trubky
svazkem laserových paprsků a zařízení pro provádění tohoto způsobu

(57) Způsob a zařízení k provádění tohoto způsobu se
týká svařování dvou kovových součástí (2, 41)
svazkem laserových paprsků. Zařízení obsahuje v
prvém provedení optické vlákno (10) pro přenos
svazku laserových paprsků a svařovací hlavu (9)
opatřenou zaostřovacími prostředky (29) svazku
paprsků vyzařujících z optického vlákna (10),
odchylovací prostředky (37) svazku paprsků
zaměřených na svazek paprsků zaměřený na součásti
určené ke svaření (2, 41), výstupní pásmo (42)
oddělující odchylovací prostředky (37) a bod (39)
zaostření svazku a plynové proplachovací ústrojí
(14) výstupního pásma (42). Zaostřovací
prostředky (29) svazku paprsků druhého provedení
obsahují meniskus (39), ploskovypuklou čočku (31)
a profilovaný odchylovací prostředek (32).

Vynález se týká zařízení pro svařování dvou kovových součástí svazkem laserových paprsků, sestávajícího z optického vlákna pro přenos svazku laserových svařovacích paprsků a ze svařovací hlavy obsahující zaostřovací prostředky svazku laserových paprsků vyzařujících z optického vlákna.

Vynález se též týká způsobu svařování trubkového kovového pláště svazkem laserových paprsků uvnitř kovové trubky s malým vnitřním průměrem, například v rozmezí od 10 do 50 mm.

Zařízení podle vynálezu se využívá zvláště, i když nikoliv výlučně, při opravách ucházejících trubek tepelného výměníku typu s trubkovou deskou, přičemž k výměně tepla dochází mezi primárním chladičem reaktoru, například jaderného reaktoru s tlakovou vodou nebo REP a vodu v tekuté fázi a parou vytvářející sekundární chladič.

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

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

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

Úkolem vynálezu je vyvinout zařízení a způsob 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 svarů a pokud jde o způsob provádění, aby bylo dosaženo menší spotřeby energie než zná mymi způsoby.

Svařovací zařízení dvou kovových součástí svazkem laserových paprsků sestává z optického vlákna pro přenos svazku paprsků a ze svařovací hlavy obsahující axiálně protáhlé těleso, rovnoběžné se směrem osy svazku laserových paprsků vyzařujících z optického vlákna. Svařovací hlava obsahuje zaostřovací prostředky svazku paprsků vyzařujícího z optického vlákna, odchylovací prostředky svazku paprsků vystupujícího ze zaostřovacích prostředků a zaměřeného na součásti určené k svaření, a odchylovací prostředky svazku paprsků obsahující rovné zrcadlo pro odražení svazku paprsků na součásti určené k svaření.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že svařovací hlava obsahuje vnitřní výstupní pásmo, oddělující odrazové zrcadlo a bod zaostření svazku paprsků, odrazové zrcadlo svazku paprsků umístěné vzhledem k bodu zaostření zcela ve vzdálenosti přibližně stejné nebo větší než je vzdálenost oddělující osu svařovací hlavy od bodu zaostření, a plynové proplachovací ústrojí výstupního pásma, uspořádané pro odstranění kovových par vystupujících z taveniny kovů při svařování z oblasti odchylovacích prostředků.

V jiném provedení sestává zařízení pro svařování trubkového kovového pláště svazkem laserových paprsků uvnitř kovové trubky z optického vlákna pro přenos svazku paprsků a ze svařovací hlavy obsahující válcové těleso rovnoběžné se směrem osy svazku laserových paprsků vyzařujících z optického vlákna. Svařovací hlava je ve funkčním spojení s vnitřkem trubky a obsahuje prostředky pro zaostření svazku paprsků vyzařujícího z optického vlákna

a odchylovací prostředky svazku paprsků vystupujícího ze zaostřovacích prostředků, zaměřeného na část pláště určeného ke svaření. Odchylovací prostředky svazku paprsků obsahují rovné zrcadlo pro odražení svazku paprsků k části pláště určeného k svaření.

Podstata vynálezu zařízení v tomto provedení spočívá v tom, že svařovací hlava obsahuje výstupní pásmo, oddělující odrazové zrcadlo a bod zaostření svazku paprsků, jehož horní příčný průřez je větší nebo se rovná polovině vnitřního příčného řezu válcového tělesa a proplachovací ústrojí výstupního pásma promývacím plynem, uspořádané pro odstranění kovových par, vystupujících z taveniny kovů při svařování z oblasti odchylovacích prostředků.

U obou provedení svařovacích zařízení je nejmenší vzdálenost oddělující odchylovací prostředky od bodu zaostření menší než 30 mm.

Konec optického vlákna, z něhož vyzařuje svazek laserových paprsků, je připevněn v ose svařovací hlavy a zaostřovací prostředky svazku paprsků obsahují odchylovací optické prostředky svazku paprsků vzhledem k ose svařovací hlavy pro vedení svazku paprsků na odrazové zrcadlo.

U druhého provedení svařovacího zařízení obsahují zaostřovací prostředky svazku paprsků, umístěné postupně na optické dráze svazku paprsků vyzařujících z optického vlákna meniskus, ploskovypuklou čočku a optické prostředky pro odchýlení paprsků, přičemž optické odchylovací prostředky jsou tvořeny částí sférické ploskovypuklé čočky, jejím válcovým profilováním, přičemž osa druhé sférické ploskovypuklé čočky je rovnoběžná s osou první sférické ploskovypuklé čočky.

Plynové proplachovací ústrojí obsahují odchylovače tvořené stěnami uspořádanými symetricky vzhledem k rovině procházející osou svařovací

hlavy a uspořádané pro zvýšení rychlosti plynu ve výstupním pásmu a dynamického tlaku působícího na svařovací pásmo.

Svařovací zařízení v obou provedeních dále obsahuje ovládací a kontrolní prostředky svařování laserovými paprsky vyzařovaných v postupných impulzech vyzařování od 10 do 50 milisekund. Používaným zdrojem svazku laserových paprsků je kompaktní zdroj laserových paprsků typu laser YAG. Promývací plyn je neutrální.

Svařovací hlava je opatřena prostředky pro automatické otáčení kolem její osy a prostředky pro automatické posouvání svařovací hlavy podél její osy, uspořádané pro podélné posouvání svařovací hlavy vzhledem k součástem určeným s svařením.

Plynové proplachovací ústrojí obsahuje obtoky, tvořené zčásti kruhovými hrdly vyhloubenými ve vnitřním povrchu válcového tělesa okolo zaostřovacích prostředků svazku paprsků.

Způsob svařování trubkového kovového pláště uvnitř kovové trubky s vnitřním průměrem menším než 50 mm spočívá v tom, že se plášť určený k přiváření zasune do trubky, do níž se zasune svařovací hlava podlouhlého tvaru až do stanovené polohy vzhledem k plášti určenému k svaření, do systému optického vlákna spojeného se svařovací hlavou se vysílá svazek laserových paprsků, zaostřený na část pláště určenou k svaření pomocí odchylovacích prostředků připevněných k svařovací hlavě, čímž se plášť přivažuje k trubce roztavením kovu, a svařovací hlava se otáčí kolem své osy a provádí kruhový souvislý nebo přerušovaný svar pláště k vnitřní stěně trubky.

Podstata vynálezu způsobu spočívá v tom, že se svazek laserových paprsků vysílá v impulzech. Současně s vysíláním svazku laserových paprsků se svařovaná oblast proplachuje proplachovacím plynem, vstřikovaným

dovnitř svařovací hlavy a vedeným mezi odchylovacími prostředky a svařovanou oblastí. Kovové páry, vzniklé roztavením kovu, se odvádějí mimo oblast odchylovacích prostředků a současně se nasává do prázdného vnitřku trubky a odvádí koncem trubky protilehlým vzhledem ke konci trubky, jímž vstupuje svařovací hlava, neutrální proplachovací plyn, vstřikovaný dovnitř svařovací hlavy.

Vynález odstraňuje zmíněné nevýhody a poskytuje další výhody spočívající v tom, že se používá k promývání 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 zosťovací prostředky svazku paprsků obsahují optické prostředky odchylovací svazek paprsků od osy svařovací hlavy a zaměřují jej na odrazové zrcadlo.

Vynález bude blíže objasněn v následujícím popisu konkrétních provedení, na něž však není vynález omezen.

Na připojených výkresech znázorňují obr. 1 schéma principu svařovacího zařízení k provádění způsobu podle vynálezu použitého při opravě trubky výměníku tepla; obr. 2 schéma axiálního řezu svařovací hlavy podle obr. 1 ze zvětšeném měřítku; obr. 3 schéma principu části optického systému zařízení podle obr. 1; obr. 4a, 4b variantu provedení v pohledu zepředu a v řezu čočky tvořící prostředky, odchylovací svazek příslušející zosťovacím prostředkům zařízení podle vynálezu; obr. 5 schematický pohled s částečným řezem znázorňujícím část svařovací hlavy zařízení podle vynálezu s bočními deflektory; obr. 6 schematický řez v rovině VI - VI v pohledu shora na obr. 5; obr. 7 částečný svislý řez v rovině VII-VII na obr. 2; obr. 8 částečný

schematický axiální řez ve zvětšeném měřítku koncem svařovací hlavy u jiného provedení vynálezu; obr. 9 schematický perspektivní pohled na svařovací hlavy a pláště v trubce použitelné u vynálezu; obr. 10 pohled v řezu na jiné provedení upevňovacích prostředků a obtoku čoček svařovací hlavy podle obr. 2; obr. 11 pohled v řezu XI - XI na obr. 10.

Tepelný výměník, znázorněný schematicky na obr. 1 je běžného typu užívaného u vodních tlakových reaktorů. Sestává z pláště 1 obsahujícího svazek trubek tvaru U2, 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. Zrubková 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 chladiwa 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 chladičem reaktoru a patří proto k sekundárnímu obvodu.

Zařízení podle podrobněji popsaného provedení vynálezu sestává ze svařovací hlavy 9/například válcové/ ležící v prodloužení osy a připojené na jednom ze svých konců k optickému vláknu 10 pro přenos svazku laserových paprsků. Optické vlákno 10 je pravidla monovlákno z křemene o průměru 500 a 1500 μm . Je však možno použít i jiných typů svazků tvořených několika vlákny (vícevláknové svazky). Vlákno, 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.

Hustota záření spuštěného laserového zdroje v zařízení podle vynálezu je v rozmezí od 0,1 do 5 MW na 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 osy a prostředky pro podélný automatický posuv svařovací hlavy 9 podél její osy.

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 k svařovací hlavě 9, druhý k podpěře 15, přičemž jsou ve vzájemném záběru podle dvou rovnoběžných os a jsou poháněny krokovým motorem podle číselného řízení, například připevněného 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 krokovým motorem. Podpěra 15 je tvořena například přístroje, 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. Příklad přístroje je výhodně typu nazývaného často "pavouk". Možné konstrukce těchto přístrojů jsou popsány například v patentových spisech US - A - 4 018 345 a FR A - 2 309 314.

Vakuační prostředek 16 vnitřku trubky 2 obsahuje hlavicí 17, která se připevňuje těsně na opačném konci 3 trubky 2, do něhož je uzazena svařovací hlava 9. K hlavicí 17 je připojen hadicí 18 vakuační prostředek 16, například vývěva.

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

Obr. 2 je axiální řez svařovací hlavou 9 zařízení podle vynálezu.

Svařovací hlava 9 se skládá z kovového válcového pláště 20, například z nerezavějící oceli s podélnou osou 21. Vnější průměr pláště 20 je například řádu 19 mm. Vzhledem k tomu je kovový válcový plášť 20, vhodný k spolupráci s vnitřkem trubky 2 výměníku, jehož vnitřní průměr je řádu 20 mm, což umožňuje samostředění svařovací hlavy 9 v trubce 2. Je možno použít specifických samostředicích prostředků známého typu, nebo prostředků, které budou dále popsány v souvislosti s provedeními znázorněnými na obr. 8, 9. Kovový válcový plášť 20 je na jednom svém 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.

Přírodní průchody 25 jsou umístěny symetricky podle osy 21 a jejich počet je například šest nebo osm. Svařovací hlava 9 je spojena s optickým vláknem 10 pro převod svazku 27 laserových paprsků koncem 28 optického vlákna 10 připevněným k zátku 24 v ose 21 svařovací hlavy 9.

Jak je znázorněno na obr. 2, 3 obsahuje svařovací hlava 9 zaostřovací prostředky 29 svazku 27, tvořené například sférickým meniskem 30, sférickou ploskovypuklou čočkou 31 a optickými odchylovacími prostředky 32 svazku 27 paprsků, tvořenými ploskovypuklou poločočkou vystupující z odříznutého válcového okraje ploskovypuklé čočky s velkým průměrem, vyznačeným na obr. 3 čárkovaně.

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' je rovnoběžná s osou 36' čočky 36.

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

Zrcadlo 37' odchyluje svazek 38 paprsků a zaostruje odchýlený svazek 40 paprsků na bod 39 zaostření, ležící na součástech určených k svaření, tvořených v popisovaném příkladu trubicou 2 výměníku a válcovým pouzdrem 41, které je v těsném dotyku s vnitřní stěnou trubky 2, do níž bylo dříve vloženo a k níž bylo připevněno napřáklad zaválcováním, rozepřením nebo hydraulickým drážkováním. Úhly odchýlení svazku laserových paprsků 40 mezi dopadajícími a odpovídajícími odraženými úhly jsou v rozmezí 80 až 100°. Jsou určeny velikostí sklonu zrcadla 37' vůči ose 21 a vzdáleností mezi zrcadlem 37' a bodem 39 zaostření.

, Odchýlený svazek 40 paprsků tvoří kužel, jehož vrcholem je bod 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 zaostrovacího bodu 39 svazku paprsků.

Toto výstupní pásmo 42 ležící uvnitř nebo, což se pokládá za ekvivalentní, zčásti uvnitř svařovací hlavy 9, představuje vzhledem k tomu, že se 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 válce 20, což je proto, že odraz svazku 27 paprsků je zcela umístěn vzhledem k bodu 39 zaostření ve vzdálenosti rovnající se nebo převyšující vzdálenost d_0 oddělující osu 21 svařovací hlavy 9 od bodu 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 bodu 39 zaostření je stejná nebo je větší než d_0 .

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

Pro umožnění přístupu plynu vstřikovaného do svařovací hlavy 9 přívodními průchody 25, umístěnými na opačné straně vzhledem k výstupnímu pásmu 42, ležícímu v blízkosti jednoho konce svařovací hlavy 9 obsahují proplachovací ústrojí 14 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.

Zařízení podle vynálezu je opatřeno druhým válcovým pláštěm 44 pro upevnění zaostřovacích prostředků 29 a odchylovacích prostředků 37. Druhý válcový plášť 44 umožňuje průchod proplachovacího plynu a je v dotyku s prvním pláštěm 20, v němž se může otáčet s malým třením. Otvory 45 ve válcovém plášti 44 v místě obtoku 43 tvoří druhou část obtokových prostředků.

Plyn sleduje dráhu vyznačenou na obr. 2 šipkami 26.

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

Válcové těleso 61, jehož vnější průměr je například řádu 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 uspořádání umožňuje široký průchod plynu kolem čočky 60, což se příznivě projevuje chlazením plynu a snížením jeho ztrát.

Proplachovací ústrojí 14 svařovací hlavy 9 obsahuje ještě deflektory 46 tvořené rovnými stěnami umístěnými symetricky vzhledem k rovině procházející osou 21 svařovací hlavy 9 a vzájemně připevněnými podélnou zarážkou 47 (obr. 7), tvořící úhelník ve tvaru písmena V, jehož vnitřní plochy jsou v dotyku se svazkem 38 paprsků (obr. 2). vycházejících od zaostřovacích prostředků čoček 30, 31, 32. Zarážka 46 (obr. 7) je opatřena otvorem 47 propouštějícím svazek laserových paprsků k součástem určeným k svařování.

Jiné provedení deflektoru 46 je znázorněno na obr. 5, 6. Deflektory 46 jsou tvořeny zakřivenými stěnami symetrickými vzhledem k rovině procházející osou 21 a zužující se do tvaru Venturiho trubice pro vedení a zrychlení plynu k bodu 39 zaostření a svaření.

Jak bylo uvedeno, svařovací zařízení (viz obr. 2) obsahuje prostředky (nejsou znázorněny), umístěné vně svařovací hlavy 9 pro automatické otáčení svařovací hlavy 9 kolem osy 21. Tyto prostředky umožňují otáčení válcového pláště 44 a současně různých částí svařovací hlavy 9, které jsou k ní připevněné, totiž zátky 24 zaostřovacích prostředků 29, zrcadla 37, deflektory 46 uvnitř válcového pláště 20 svařovací hlavy 9. Prstenec 50 připevněný k plášti 20 a obsahující těsnicí spoj 51 známého typu (například spoj torický),

zajišťuje při otáčení těsnost s pláštěm 20, aby se zabránilo uniků vstříkaného tlakového plynu do svařovací hlavy 9 průchody 25.

Zařízení je rovněž opatřeno prostředky pro podélné automatické posouvání svařovací hlavy 9 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 torického těsnicího spoje 54. Těsnicí část 52 ve tvaru poklopu je udržována pod tlakem na trubkovou desku 4 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 bodu 39 zaostření.

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

Náběžník 72 je připevněn k válcovému plášti 73 svařovací hlavy 9 před zrcadlem 74 obráceném 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 níž působí plyn 79, skloněná směrem k zrcadlu 74, například v úhlu 60° vůči rovině zrcadla 74.

První 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 laserových paprsků zaostřených do bodu 83.

Nad zrcadlem 74 je umístěn druhý náběžník 84 vedení plynu tvořící šikánu 85 mezi zadní stěnou 80 prvního 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 laserových paprsků 82.

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

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

Tyto prostředky 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 90° úhlu ven a vtlačenu bočně do dírky 94 vyhloubené za tímto účelem na konci 89.

V společném konci 92 je vsazeno kolo 95 tvořící kruhový kartáč s radiálními kovovými nebo slaměnými ohebnými štětinami 96. Průměr kola 95 je o něco větší, například o několik desetin milimetru než vnitřní průměr pláště 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 plášti, s průměrem 16 mm, průměrem kola 95 mm, je kovová štětina od jednoho konce ke druhému 16 mm 3 desetiny mm, jsou štětiny rozděleny do osmi chomáčků, každý s deseti ohebnými štětinami s 3 až 4 desetiny mm větším průměrem.

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

Nejprve se zjistí trubka 2, jíž je třeba opravit, poté se zasune předběžně dovnitř do trubky určené ke svaření, například v blízkosti trubkové desky 4 válcový plášť 41, načež se připevní nosná podpěra 15 svařovací hlavy 9 ve skříni 6 čelem k trubce 2 určené k opravě. Do trubky 2 se poté zavede svařovací hlava 9 až do polohy určené vzhledem k válcovému plášti 41, s nímž má být trubka 2 svařena, například tak, aby dosedla na válcový plášť 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 pomocí vakuačních prostředků 16, těsnicí hlavice 17, která byla dříve připevněna na druhém konci trubky 2, určené k opravě, vzduch do skříně 7.

Poté se vstříkuje do svařovací hlavy 9 pod tlakem několika barů (HPa) proplachovací plyn, například známý neutrální plyn argon nebo dusík. Plyn vniká do svařovací hlavy 9 průchody 25, sleduje dráhu označenou na obr. 2, 5, 6, šipkami 26 a promývá pod tlakem, který se rovná tlaku vstříkovaného plynu beze ztrát výstupní pásmo 42. Deflektory 45 zvyšují rychlost proudu plynu ve výstupním pásmu 42 a usměrňují jeho dráhu na bod 39 zaostření. Odvádění proplachovacího plynu je usnadněno nasáváním uvnitř trubky 2 ve směru svařovací hlavy 9 pomocí vývěvy 16.

Plynový obvod uvedený do provozu vysílá souvislý svazek paprsků ze zdroje 12 záření typu laser Nd : YAG intenzitou řádu několika set Wattů. Vysílání probíhá výhodně impulsivně, přičemž doba emise impulsů 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/s.

Svazek laserových paprsků vysílaný zdrojem 12 záření je zhušťován známým způsobem kondenzátorem 12' (obr. 3), přenášen optickým vláknem 28 zaostřován prostředky 29 a poté odchylován zrcadlem 37, řízen a zaostřován pod strmým dopadem blízkým kolmici na válcový plášť 41, který se takto přivařuje natavením na trubku 2. Průměr bodu 39 zaostření, dosaženého zařízením podle vynálezu, se zmenšuje, například na 50 mikronů, čímž se dosahuje dokonalého průniku svaru, například 1,5 mm.

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 , přičemž konec svařovací hlavy 9 otevřený směrem k důležité části povrchu, umožňuje dopravit kovové páry mimo oblast zrcadla 37 dopředu trubky 2 a do prodloužení svařovací hlavy 9 a tím zabránit znečištění zrcadla 37, které by se jinak okamžitě pokrylo rekondenzovanými kovovými parami.

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

Poté se uvádí horní část svařovací hlavy 9 do otočného pohybu kolem její osy za účelem přetržitého nebo souvislého povrchového svaření válcového pláště 41 s trubicí 2, která ji obsahuje.

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

Jak je zřejmé a jak vyplývá ostatně z toho, co bylo uvedeno, není vynález omezen na popsání provedení. Zahrnuje zvláště případ, kdy povrch zadní části zrcadla 37 má tvar misky profilované tak, aby podporovala laminární

výtoku proplachovacího plynu ve směru výstupního pásma 42. proplachovací plyn může být veden jiným provedením obtoku. Jinak mohou být provedeny i zaostřovací prostředky uvnitř svařovací hlavy 9. Může být například potrubní vedení procházející podél svařovací hlavy 9, jímž se vstřikuje proplachovací plyn přímo do výstupního pásma 42.

P A T E N T O V É N Ā R O K Y

1. Zařízení pro svařování dvou kovových součástí svazkem laserových paprsků, sestávající z optického vlákna pro přenos svazku paprsků a ze svařovací hlavy obsahující axiálně protáhlé těleso, rovnoběžné se směrem osy svazku laserových paprsků, vyzařujících z optického vlákna, přičemž svařovací hlava obsahuje zaostřovací prostředky svazku paprsků, vyzařujících z optického vlákna, a odchylovací prostředky svazku paprsků vystupujícího ze zaostřovacích prostředků a zaměřeného na součásti určené k svaření a odchylovací prostředky svazku paprsků obsahující rovné zrcadlo pro odražení svazku paprsků na součásti určené k svaření, vyznačující se tím, že svařovací hlava (9) obsahuje vnitřní výstupní pásmo (42), oddělující odrazové zrcadlo (37') a bod (39) zaostření svazku paprsků, přičemž odrazové zrcadlo (37') svazku paprsků je zcela umístěno vzhledem k bodu (39) zaostření ve vzdálenosti přibližně stejné nebo větší než je vzdálenost (d_0), oddělující osu (21) svařovací hlavy (9) od bodu (39) zaostření a plynové proplachovací ústrojí (14) výstupního pásma (42), uspořádané pro odstranění kovových par vystupujících z taveniny kovů při svařování z oblasti odchylovacích prostředků (37).

2. Zařízení pro svařování kovového trubkového pláště uvnitř kovové trubky, sestávající z optického vlákna pro přenos svazku paprsků ze svařovací hlavy obsahující válcové těleso, jehož osa je rovnoběžná s osou svazku laserových paprsků vyzařujících z optického vlákna, přičemž svařovací hlava je ve funkčním spojení s vnitřkem trubky a obsahuje prostředky pro zaostření svazku paprsků vyzařujícího z optického vlákna a odchylovací prostředky svazku paprsků vystupujícího ze zaostřovacích prostředků, zaměřeného na část pláště určeného k svaření, odchylovací prostředky svazku paprsků

PRIL.	ÚŘAD PRO VYNALEZY A OBJEVY	19. XI. 90	053311
-------	----------------------------------	------------	--------

obsahující rovné zrcadlo (37') pro odrazení svazku paprsků na část pláště určeného k svaření, vyznačující se tím, že svařovací hlava (9) obsahuje výstupní pásmo (42) oddělující odrazové zrcadlo (37') a bod (39) zaostření svazku paprsků, jehož horní příčný řez je větší nebo se rovná polovině vnitřního příčného řezu válcového tělesa (20), a proplachovací ústrojí (14) výstupního pásma (42) proplachovacím plynem jsou uspořádané pro odstranění kovových par vystupujících z taveniny kovů při svařování z oblasti odchylovacích prostředků (37).

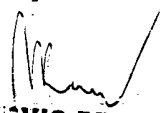
3. Svařovací zařízení podle bodu 1, 2, vyznačující se tím, že nejmenší vzdálenost oddělující odchylovací prostředky (37) od bodu (39) zaostření je menší než 30 mm.
4. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že konec optického vlákna (28), z něhož vyzařuje svazek laserových paprsků je připevněn v ose (21) svařovací hlavy (9) a zaostřovací prostředky (29) svazku paprsků obsahují odchylovací optické prostředky (32) svazku paprsků vzhledem k ose (21) svařovací hlavy (9) pro vedení svazku paprsků na odrazové zrcadlo (37').
5. Svařovací zařízení podle bodu 4, vyznačující se tím, že zaostřovací prostředky (29) svazku paprsků, umístěné postupně na optické dráze svazku paprsků vyzařujících z optického vlákna (28) obsahují meniskus (30), první ploskovypuklou čočku (31) a optické prostředky (32) pro odchýlení svazku paprsků, přičemž optické odchylovací prostředky (32) jsou tvořeny částí druhé sférické ploskovypuklé čočky, jejím válcovým profilováním, přičemž osa druhé sférické ploskovypuklé čočky je rovnoběžná s osou první sférické ploskovypuklé čočky (31).
6. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že plynulé proplachovací ústrojí (14) obsahuje odchylovače (45), tvořené stěnami, uspořádanými symetricky vzhledem k rovině procházející osou (21) svařovací hlavy (9)

a uspořádané pro zvýšení rychlosti plynu ve výstupním pásmu (42) a dynamického tlaku působícího na svařovací pásmo.

7. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 6, vyznačující se tím, že dále obsahuje ovládací a kontrolní prostředky (17) svařování laserovými paprsky vyzařovaných v postupných impulzech od 10 do 50 milisekund.
8. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 7, vyznačující se tím, že zdrojem používaným svazku laserových paprsků je kompaktní zdroj laserových paprsků typu laser YAG.
9. Svařovací zařízení podle bodu 8, vyznačující se tím, že svařovací hlava (9) je opatřena prostředky pro automatické otáčení kolem její osy (21) a prostředky pro automatické posouvání svařovací hlavy (9) podél její osy (21), uspořádané pro podélné posouvání svařovací hlavy (9) vzhledem k součástem určeným k svaření.
10. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 9, vyznačující se tím, že proplachovací plyn je neutrální.
11. Svařovací zařízení podle bodů 1 až 10, vyznačující se tím, že plynové proplachovací ústrojí (14) obsahuje obtoky (43), tvořené zčásti kruhovými hrdly vyhloubenými ve vnitřním povrchu válcového tělesa (20) okolo zaostřovacích prostředků (29) svazku paprsků.
12. Způsob svařování trubkového kovového pláště uvnitř kovové trubky s vnitřním průměrem menším než 50 mm svazkem laserových paprsků, podle něhož se plášť k přivaření zasune do trubky, do níž se zasune svařovací hlava podlouhlého tvaru až do stanovené polohy vzhledem k plášti určenému k svaření, do systému optického vlákna spojeného se svařovací hlavou se vysílá svazek laserových paprsků zaostřený na část pláště určenou k svaření pomocí odchylovacích prostředků připevněných k svařovací hlavě, čímž se plášť přivařuje k trubce roztavením kovu, a svařovací hlava se otáčí kolem své osy k provedení kruhového souvislého nebo přerušovaného svaru pláště k vnitřní stěně trubky, vyznačující se tím, že

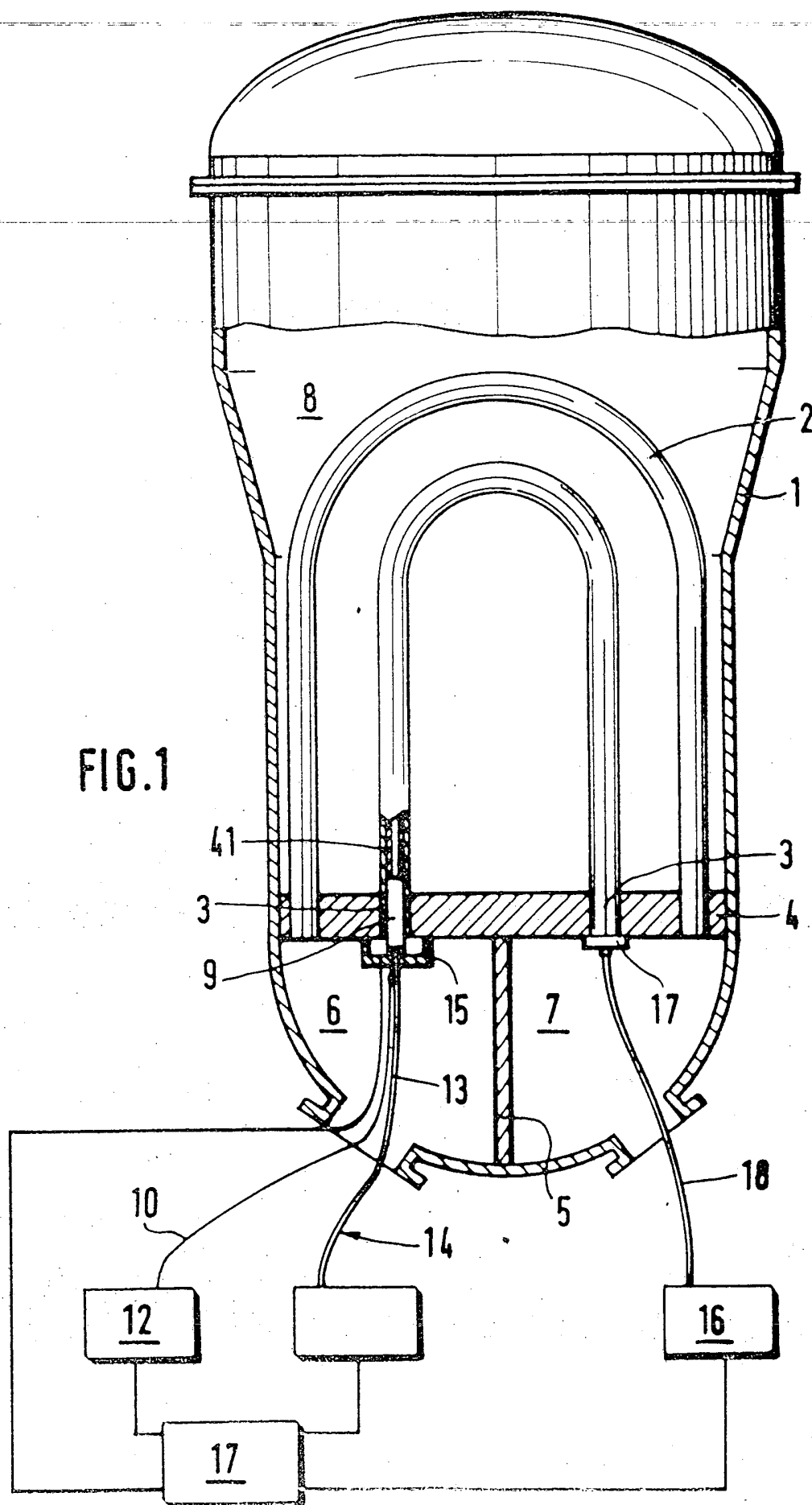
se svazek laserových paprsků vysílá v impulzech, přičemž současně s vysíláním svazku laserových paprsků se svařovaná oblast proplachuje proplachovacím plynem, vstřikovaným dovnitř svařovací hlavy a vedeným mezi odchylovacími prostředky a svařovanou oblastí, kovové páry vzniklé roztavením kovu se odvádí mimo oblast odchylovacích prostředků a současně se nasává do prázdného vnitřku trubky a odvádí koncem trubky protilehlým vzhledem ke konci trubky, jímž vstupuje svařovací hlava, neutrální proplachovací plyn, vstřikovaný dovnitř svařovací hlavy.

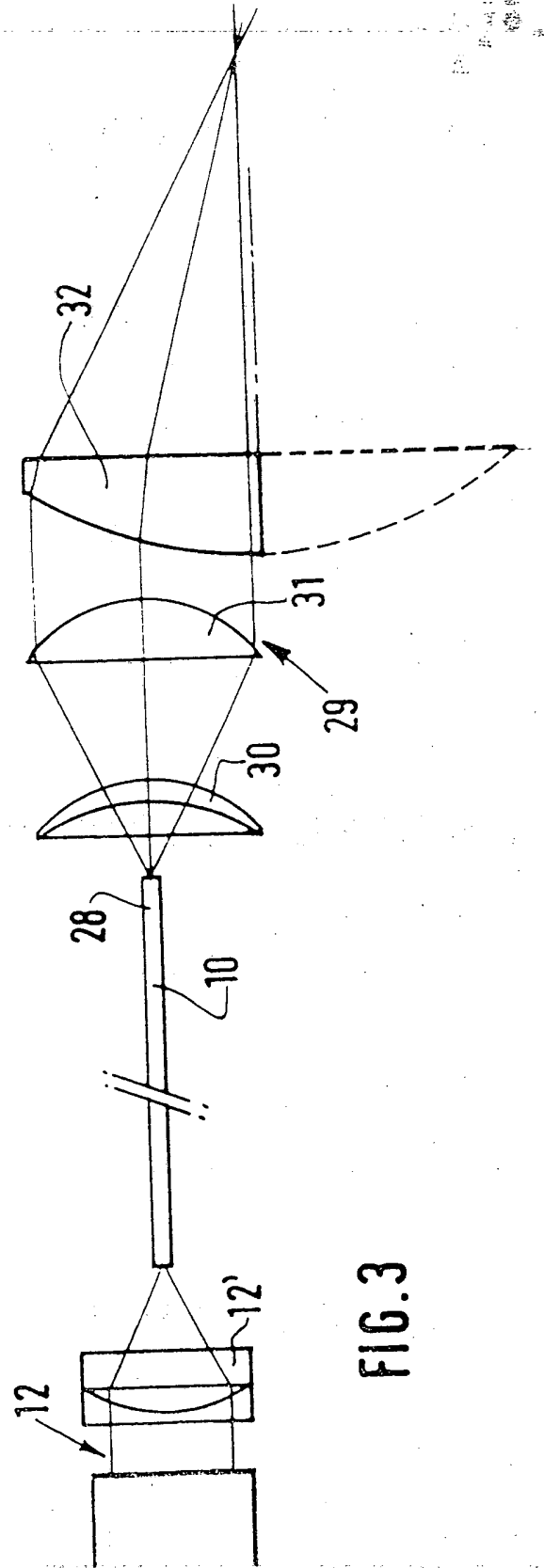
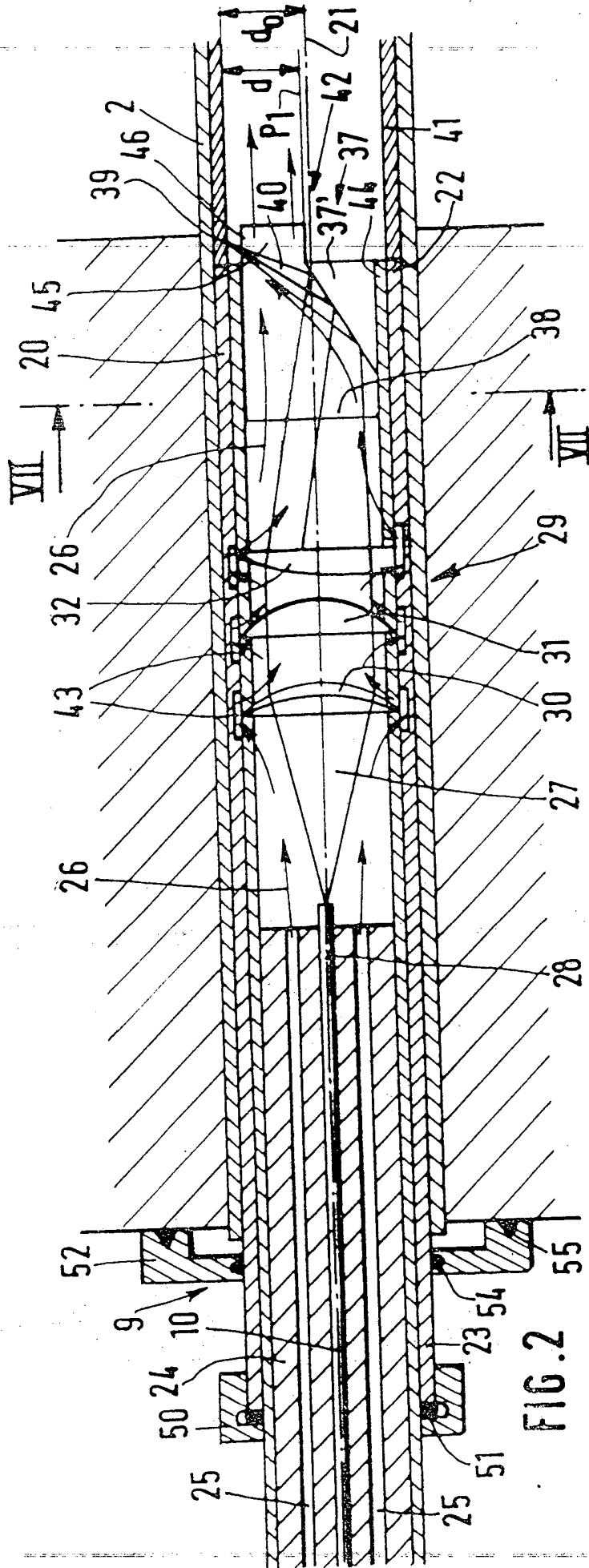
Z á s t u p c e :


PATENTOVÝ ÚŘAD PRAHA
PRŮmyslový úřad
Číslo 2
600 01 Brno

Z 3096

14.11.1990





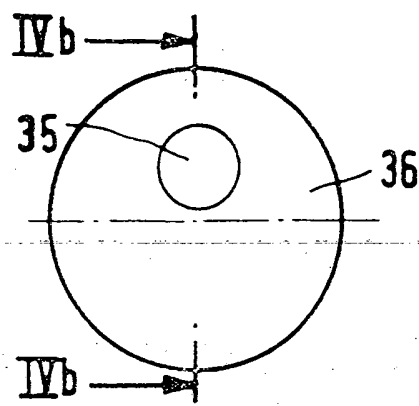


FIG. 4a

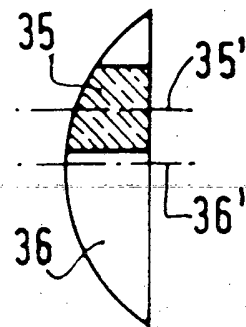


FIG. 4b

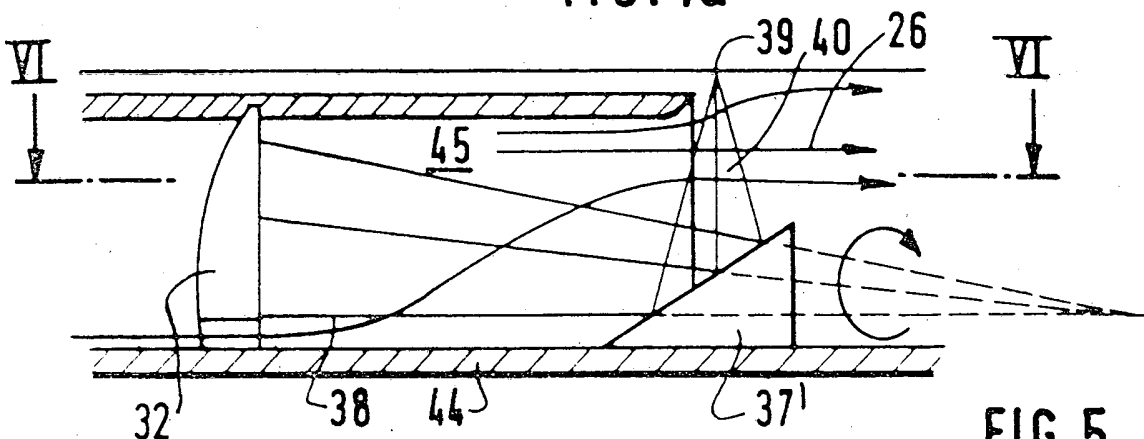


FIG. 5

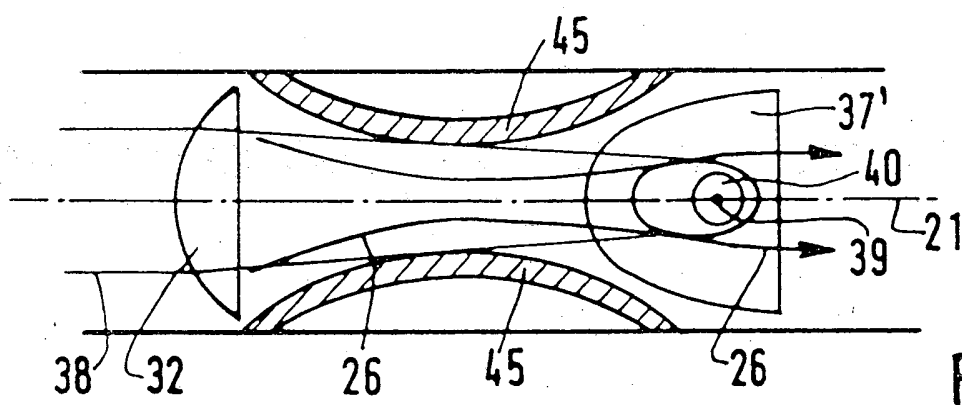


FIG. 6

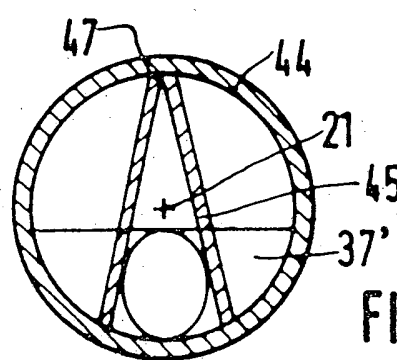


FIG. 7

