ČESKÁ REPUBLIKA

(19)

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 24.03.93

(32) 31.03.92

(31) 92/865039

(33) US

(40) 14.02.96

(21) 2382-94

(13) A3

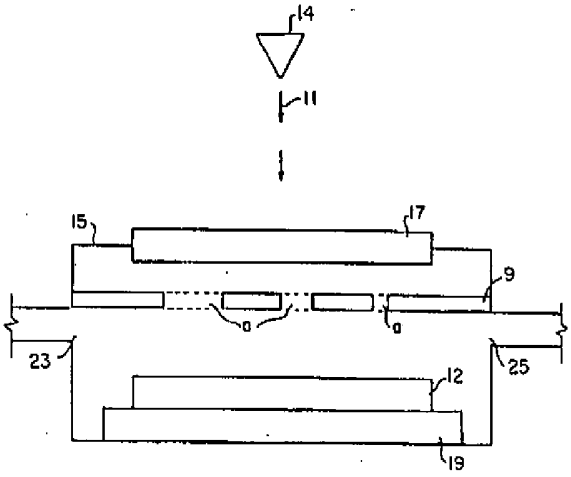
6(51) B 23 K 26/14
H 01 L 21/268

(71) CAULDRON LIMITED PARTNERSHIP, Gaithersburg, MD, US;

(72) Engelsberg Audrey C., Milton, VT, US;
Dehais Joseph A., Washington, WA, US;

(54) Zařízení k odstraňování povrchových znečišťujících látek pomocí ozařování

(57) Zařízení zajišťuje odstraňování povrchových znečišťujících látek s planárních anebo nepravidelně utvářených povrchů nějakého substrátu (12, 70) pomocí ozařování velkou energií. Toto řešení umožňuje odstraňování povrchových kontaminátů, aniž by docházelo ke změně podkladové molekulární krystalové struktury substrátu (12, 70). Zdrojem ozařování velkou energií je impulsový laser, či laser s nepřerušovanou vlnou (14) anebo lampa s velkou energií (59).



ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
PŘÍL. 1
25. X 97
DOŠLO
9476

Zařízení k odstraňování povrchových znečišťujících látek pomocí ozařování

Oblast techniky

Vynález se týká odstraňování povrchových znečišťujících látek, přesněji řečeno jejich odstraňování s povrchu nějakého substrátu pomocí ozáření, jež nemění příslušnou molekulární krystalovou strukturu ošetřovaných povrchů.

Dosavadní stav techniky

Povrchové znečišťující látky (dále jen "kontaminát") obsahují části hmoty od submikronové velikosti až ke granulím viditelným pouhým okem. Těmito kontaminát může být jemný prach nebo částice špíny anebo nechtěné molekuly, složené z prvků jako je uhlík nebo kyslík. Tyto znečišťující látky jsou často přilnuty k nějakému povrchu slabými kovalentními vazbami, elektrostatickými silami, van der Waalsovými silami, vodíkovým můstkem, coulombickými silami anebo interakcemi dipól-dipól, což činí jejich odstraňování obtížným.

V některých případech způsobí přítomnost povrchových kontaminátů, že příslušný znečištěný substrát se stává méně účinným, či neprovozuschopným pro jeho zamýšlené určení. Například u některých přístrojů přesného, vědeckého měření, dochází ke ztrátě této přesnosti, pokud jsou optické čočky či zrcadla pokryty mikrojemnými povrchovými kontaminát. Podobně u polovodičů, kde povrchové závady v důsledku malých molekulárních kontaminátů často činí polovodičové masky nebo čipy bezcennými. Snížení množství molekulárních povrchových

závad v křemíkové polovodičové masce, byť jenom o malé množství, může radikálně zlepšit výsledky produkce polovodičových čipů. Podobně odstranění molekulárních, povrchových kontaminátů, jako je uhlík nebo kyslík, s povrchu silikonových plátků před tím, než jsou naneseny vrstvy obvodů anebo mezi nanášením vrstev, významně zlepšuje kvalitu vyrobeného počítačového čipu.

Navíc, významná část zbytků, jež konečně znečišťují silikonové plátky během výroby, emanuje z výrobních přístrojů, jako například komor zpracování, v nichž jsou dané plátky čipů umístěny a z trubic, které přivádějí zpracovatelský plyn do těchto komor. V souladu s tím, úroveň znečištění plátků, k níž dochází během výroby, může být významně snížena periodickým čištěním těchto aparatur.

Požadavek na čisté povrchy, zbavené i těch nejjemnějších kontaminátů, vedla k vývoji pestrého výběru způsobů povrchového čištění. Tyto známé způsoby však každý mají vážné nedostatky. Například chemické čištění za mokra odstraňuje kovové ionty a rozpustné nečistoty, ale neodstraňuje ty, jež jsou v podobě částic. A naopak, techniky třecí odstraňují ty v podobě částic, ale používají zařízení, jež vyžadují pravidelnou údržbu a nesou sebou riziko poškození ošetřovaného povrchu důsledkem fyzického kontaktu. Podobně čištění proudem tekutiny pod tlakem usnadňuje odstraňování nečistot v podobě částic, ale riskuje poškození ošetřovaných povrchů v důsledku vysokého tlaku, v němž je čistící tekutina udržována. Dále, tato technika může elektrostaticky poškodit ošetřovaný povrch v důsledku přítomnosti iontů v čistícím fluidu. Čištění ultrazvukem je technika, jež může rovněž vést v fyzickému poškození ošetřovaného povrchu v důsledku intenzity zvukových vln, jež jsou přiváděny v tekutém mediu. Navíc, systém vytlačování

chemikáliemi pod vysokým tlakem "Megasonics", může znečistit ošetřovaný povrch obsahem toho samotného chemického roztoku, jenž má určitý kontaminát odstranit. Podobně snímací polymérový pásek může také znečistit ošetřované povrchy usazováním polymerových reziduí na nich. Konečně, jako "Megasonics" a polymérový pásek, výše uvedené techniky čištění používají nástroje čištění a/nebo agenty, jež mohou zanést stejně tolik nových kontaminantů na ošetřovaný povrch, jako jich odstraní.

Další známý způsob pro čištění povrchu substrátu bez vnějších agentů vyžaduje, aby byl ošetřovaný povrch taven s cílem uvolnit příslušné kontaminaty, jež jsou pak odstraňovány pomocí vysokého vakua. Tento způsob má nevýhodu v tom, že ošetřovaný povrch musí být krátce roztaven. Toto tavení může být nežádoucí jako například, když je nějaký povrch polovodiče čištěn mezi nanášením vrstev obvodů a je žádoucí, aby integrita dříve nanesené vrstvy nebyla porušena. Navíc, tuto operaci bývá obtížné, či vůbec nemožné provést pro čištění drahých, nepravidelných povrchů, jako ty, jež se nacházejí v trubicích a komorách zpracovávajících plátky čipů. Konečně, vysoko-vakuové zařízení, používané v tomto postupu je jak drahé, tak provozně časově náročné.

Způsoby ošetření žíháním mají podobné nedostatky. Je-li nějaký povrch čištěn pomocí žíhacích metod, ošetřovaný povrch nějakého substrátu je ohříván na teplotu, jež je obecně pod bodem jeho tavení, ale dost vysokou, aby umožnila přeskupení jeho molekulární krystalové struktury. Ošetřovaný povrch je udržován ve zvýšené teplotě po určitou dobu, během níž je povrchová molekulární struktura přeskupena a kontaminaty odstraněny pomocí vysokého vakua. Způsoby čištění žíháním nemohou být používány tam, kde je žádoucí udržet určitou molekulární krystalovou strukturu substrátu.

Další v současnosti používaný způsob čištění, známý jako ablace, trpí svými vlastními, zvláštními nedostatky. Pomocí ablace se nějaký povrch nebo kontaminăty na něm zahřívají k bodu vypařování. V závislosti na použitém materiálu, se tento může tavit před tím, než je vaporizován anebo může sublimovat přímo během ohřívání. U čistících technik pomocí ablace, pokud má dojít k odvrácení povrchového poškození, musí být energie ablace aplikována přesně jen na dané kontaminăty, spíše než na příslušný povrch, na němž tyto leží, což je nesnadný úkol, když jsou kontaminăty extrémně malé anebo nahodile rozmístěny, či když ošetřovaný povrch je nepravidelného tvaru. I tam, kde může být energie ablace úspěšně aplikována pouze na daný kontaminát, je obtížné ho vaporizovat bez toho, aby se nepoškodila základní vrstva ošetřovaného povrchu.

Čištění povrchu prostřednictvím tavení, žíhání a ablace může být prováděno pomocí zdroje laserové energie. Avšak, používání zdroje laserové energie k odstraňování kontaminátů s povrchu tavením, žíháním anebo ablací, neodstraňuje nevýhody tkvící v těchto postupech. Například v patentu U.S. No. 4 292 093, "Metody používání ozáření laserem pro výrobu atomárně čistého, krystalického silikonu a ploch germania", popisovaný způsob žíhání laserem vyžaduje jak podmínky vakua, tak úrovně energie, jež jsou dostatečné ke způsobení změny uspořádání a tavení ošetřovaného povrchu. Jiné známé způsoby čištění povrchů laserem zahrnující tavení anebo žíhání, vyžadují podobně vystavení účinkům laserových paprsků velkých energií a/nebo vakuovým podmínkám, jak popisují patenty U.S. 4 181 538 a 4 680 616. Podobné technika ablace laserem, popsaná v patentu U.S. 3 464 534 "Laserový vymázávač", trpí stejnými nedostatky jako ostatní způsoby ablace pomocí velkých energií.

Podstata vynálezu

Vynález řeší příslušné problémy a vyhýbá se nedostatkům předchozího stavu techniky pomocí odstraňování povrchových znečišťujících látek s povrchu substrátu beze změny molekulární krystalové struktury, či jiného poškození ošetřovaného povrchu. Přes povrch ošetřovaného substrátu proudí plyn a substrát je kontinuálně ozařován energií o hustotě a trvání dostatečné, aby se uvolnily povrchové kontaminaty s povrchu ošetřovaného substrátu a dostatečně malé, aby nedošlo ke změně molekulární krystalové struktury ošetřovaného povrchu substrátu. Zdrojem ozařování mohou být jakékoli prostředky známé současnému stavu techniky, jako jsou lasery s nepřerušovanou vlnou, či pracující v impulsech anebo lampy o velkém výkonu. Přednostně je záření generováno impulsovým ultrafialovým laserem. Vynález může být prospěšně aplikován k odstraňování povrchových kontaminátů s celkově planárních povrchů před, mezi a po nanesení soustavy obvodů na polovodičový substrát. Může být rovněž použit na nepravidelně tvarované povrchy, přesněji, na povrchy ležící v rovinách, jež nejsou ve vztahu koincidence. Takové roviny zahrnují všechny možné vztahy mezi povrchy substrátu, s výjimkou těch, jež zaujímají stejný prostor anebo rovinu. Například povrchy, jež jsou ve vztahu paralelním nebo angulárním, jako příslušné protilehlé stěny vnitřku nějaké trubky či přilehlé stěny v krychlové komoře, zaujímají roviny, jež nejsou ve vztahu koincidence.

Přehled obrázků na výkrese

Obrázek 1 - schematické zobrazení způsobu odstraňování kontaminátu a zařízení dle tohoto vynálezu,

Obrázek 2 - schematické zobrazení použití ozáření laserem v jednom ztvárnění tohoto vynálezu k odstraňování kontaminátů s relativně planárních povrchů ošetření,

Obrázek 3 - schematické zobrazení použití ozáření laserem v ještě jednom ztvárnění tohoto vynálezu k odstraňování kontaminátů s relativně planárních povrchů ošetření,

Obrázek 4 - schematické zobrazení použití masky v kombinaci s ozařováním a plynem, užitými podle tohoto vynálezu k odstraňování kontaminátů s relativně planárních povrchů ošetření,

Obrázek 5 - schematické zobrazení zařízení na odstraňování kontaminátů s nepravidelně tvarovaných povrchů ošetření dle tohoto vynálezu.

Obrázek 6 až 11 - schematické pohledy zezadu na zařízení pro přivádění plynu a ozařování na nepravidelně tvarované ošetřované povrchy dle principů tohoto vynálezu,

Obrázek 12 až 13 - schematické boční pohledy zobrazující, jak vynález z Obr. 5 může být použit k odstraňování kontaminátů z vnitřků elongovaných, uzavřených kanálů,

Obrázek 14 - schematický pohled zezadu na zařízení pro předávání plynu a ozařování na nepravidelně tvarované ošetřované plochy dle principů tohoto vynálezu,

Obrázek 15 - částečný půdorysný pohled na zařízení znázorněné na Obr. 14,

Obrázek 16 - částečný půdorysný pohled na ještě jednu konfiguraci zařízení pro předávání plynu a ozařování na nepravidelně tvarované povrchy ošetření dle principů tohoto vynálezu,

Obrázek 17 a 17a - schematické boční pohledy zobrazující, jak je aplikován vynález z Obr. 5, s pružnou, porezní vystředěnou podpůrnou konstrukcí,

Obrázek 18 - schematický boční pohled zobrazující aplikaci tohoto vynálezu s optickým difusérem,

Obrázek 19 a 20 - schematické boční pohledy zobrazující, jak může být aplikován vynález z Obr. 5 k odstraňování kontaminátů z vnitřků výrobních komor,

Obrázek 21 a 22 - schematické boční pohledy zobrazující, jak může být aplikován vynález z Obr. 5 k odstraňování kontaminátů z vnějšků nepravidelně tvarovaných předmětů.

Obrázek 23 a 24 - schematické boční pohledy zobrazující, jak se ozařování aplikuje v ještě dalším ztělesnění tohoto vynálezu k odstraňování kontaminátu z vnitřků potrubí,

Obrázek 25 a 26 - příslušné schematické pohledy zezadu a boku znázorňující, jak je ozařování aplikováno v ještě jednom ztvárnění vynálezu k odstraňování kontaminátů z vnějšků nepravidelně tvarovaných předmětů.

Příklady provedení vynálezu

Následně budou provedeny podrobné odkazy k současně upřednostnovaným ztvárněním tohoto vynálezu, jejichž příklady jsou zobrazeny v doprovodných výkresech. Na všech výkresech jsou k označování stejných prvků používány stejné referenční znaky.

1. Způsob ošetření

Způsob a zařízení pro odstraňování povrchových znečišťujících látek s povrchu nějakého substrátu bez změny příslušné molekulární krystalové struktury anebo jiného poškození povrchu substrátu, je schematicky znázorněn na Obr. 1. Obr. 1 zobrazuje montáž 10, jež drží substrát 12, z něhož mají být odstraněny povrchové kontaminaty. Plyn 18 ze svého zdroje 16 je nepřetržitě hnán přes substrát 12. Plyn 18 je vůči substrátu inertní a proudí přes substrát 12 tak, aby substrát 12 koupal v prostředí nereaktivního plynu. Plynem 18 je přednostně chemicky inertní plyn jako helium, dusík nebo argon. Pouzdro 15 pro držení substrátu 12 komunikuje se zdrojem plynu 16 skrze řadu trubek 21, ventilů 22 a měřič průtoku plynu 20.

Podle ztvárnění vynálezu, zobrazeném na Obr. 1, pouzdro 15 zahrnuje vzorovou reakční buňku z nerezavějící oceli, s namontovanými protilehlými porty přívodu a vývodu plynu 23, respektive 25. Pouzdro 15 má namontované utěsněné křemenné okno 17 optického stupně, přes nějž může procházet záření. Vstupní a vývodové porty 23, 25 se mohou skládat například z trubic nerezavějící oceli, vybavených ventily. Potom, co je vzorek 12 umístěn v pouzdru 15, toto je opakovaně propláchnuto a opět naplněno pomocí plynu 18 a je udržováno za tlaku nepatrně nad atmosferickým tlakem okolí, aby se zabránilo vniknutí jiných plynů. Ačkoli je pouzdro 15 zobrazeno jako pevná komora, předpokládá se, že čištěný povrch by mohl být uzavřen v jakémkoli druhu pouzdra, jímž může být prohánět plyn. Například, když je ošetřovaný povrch velkým, pevným předmětem, mohl by být použit velký přenosný kryt, jako například plastický pytel.

Tok plynu 18 může být regulován měřičem průtoku 20, jímž je v přednostním ztvárnění Model Matheson 602. Ventily

22 jsou přednostně měřící, regulační nebo dmýchadlové, vhodné pro aplikace s vysokou teplotou a tlakem a pro použití s toxickými, hazardními, korozivními anebo expanzivními plyny nebo tekutinami, jako například ventily serie "Swagelok SS-4H"^{TM} od Swagelok Co. of Solon, Ohio. Ventily 22 mohou být otevřeny nebo zavřeny k izolování pouzdra 15, k umístění pouzdra 15 do komunikace se zdrojem plynu 16 anebo k umístění pouzdra 15 do komunikace s jinou substancí, jako je plyn pro nanášení na substrát 12, který přichází ze střídavého zdroje 40.

Podle způsobu tohoto vynálezu, ošetřovaný povrch substrátu je ozařován zářením s velkou energií, jejíž hustota a trvání je mezi tím, co je třeba k uvolnění kontaminátů s ošetřovaného povrchu substrátu a tou, jež povede ke změně molekulární krystalové struktury daného povrchu. Podle ztvárnění vynálezu uvedeného na Obr. 1, zdroj záření 14, jímž může být nějaký laser nebo lampa s velkou energií, generuje záření 11, namířené přímo proti ošetřovanému povrchu substrátu 12. Na Obr. 1, je zdroj 14 zobrazen jako ležící vně pouzdra 15 a ozařující vzorek 12 skrze křemenné okno 17. Uvažuje se však, že zdroj 14 by mohl být alternativně umístěn uvnitř pouzdra 15.

Proud energie a vlnová délka ozáření s vysokou energií jsou přednostně voleny v závislosti na povrchových kontaminátech, jež se odstraňují. K tomu účelu může být k portu vývodu 25 připojen analyzátor plynů 27. Analyzátor 27 analyzuje obsah odsávaného plynu z pouzdra 15, aby umožnil zvolit energetické a vlnové nastavení zdroje 14. Analyzátor plynů 27 může být hmotnostní spektrometr, jako například čtyřpólový hmotnostní spektrometr vyráběný Bruker Instruments, Inc. of Billerica, Massachusetts anebo od Perkin Elmer of Eden Prairie, Minnesota.

Výběr zdroje ozáření užívaného v tomto vynálezu závisí na žádoucí energii radiace a vlnové délce. Úroveň energie v elektron voltech/foton (Ev/foton) je přednostně alespoň dvakrát taková, jako energie potřebná k rozbití spojů přilínámí kontaminátů k čištěnému povrchu. Energie spojení mezi běžnými kontaminaty (jako uhlík a kyslík) a běžnými materiály substrátů (jako silikon, titan, germanium, železo, platina a hliník) je v rozmezí od 2 a 7 Ev/spoj, jak popisuje Příručka chemie a fyziky, 68. vydání, str. F-169 až F-177 (CRC Press 1987). Podle toho, jsou žádoucí zdroje emitující fotony s energiemi v rozmezí od 4 až 14 Ev/fotonů. Vlnová délka by měla být pod vlnovou délkou, jež by vydala v nebezpečí integritu povrchu substrátu pomocí dobře známého foto-elektrického efektu, jak popisuje G. W. Castellan ve Fyzikální chemii, 2. vydání, 458-459 (Academic Press, 1975), jež je zde obsažena pomocí reference. Přednostní vlnová délka závisí na molekulárních spéciích, jež se odstraňují a jejich resonančních stavech.

Jakýkoli prostředek, známý v současném stavu techniky pro generaci záření vhodné energetické úrovně, může být užit v tomto vynálezu, včetně lamp s velkou energií a laserů. V závislosti na dané aplikaci se předjímá, že světelná energie těchto zdrojů může být v rozmezí od hluboké ultrafialové k infračervené, s příslušnými korespondujícími vlnovými délkami od 193-3000 nm.

Vlnové délky a energie fotonů řady vhodných laserů jsou uvedeny v následující Tabulce I.

Tabulka I

Laser	Vlnová délka (nm)	Ev/foton
XeCL, impulsový	308	4,04
argon-iont, nepřerušovaná vlna	257	4,83
KrF, impulsový	248	5,01
ArF, impulsový	193	6,44
Laditelné barevné lasery, impulsové či s nepřerušovanou vlnou	200-800	6,22-1,55

Tyto lasery jsou podrobnější popsány v následujících odkazech: M.J. Weber, ed. CRC Handbook of Laser Science, Vols. 1-5 (1982-1987); Mitsuo Maeda, Laser Dyes, (Academic Press 1984); a literatuře, týkající se laserového produktu od Lambda Physik at 289 Great Road, Acton, Massachusetts, Coherent, Inc. at 3210 Porter Drive, Palo Alto, Califormia a Spectra-Physics at 1250 West Middlefield Road, Mountain View, Califormia. Předpokládá se, že jako příslušné zdroje ozařování by mohly být použity xenonové nebo rtuťové lampy s velkou energií, či jiné druhy laserů, včetně viditelných, ultrafialových, infračervených, roentgenových či laserů volných elektronů.

Podle tohoto vynálezu je ozařování namířené přímo proti ošetřovanému povrchu substrátu, z něhož jsou odstraňovány kontaminăty, menší energetické hustoty, než je třeba k tomu, aby došlo ke změně molekulární krystalové struktury daného povrchu. Přednostně je hustota a trvání

ozařování zvolena tak, aby udělily určité množství energie povrchu substrátu, jež je značně pod energií potřebnou k tomu, aby se změnil povrch struktury substrátu. Přednostní úroveň energie závisí na složení ošetřovaného substrátu. Například, u určitých materiálů substrátů jako jsou plasty, tato úroveň energie může být daleko menší, než u jiných materiálů jako třeba karbidové oceli s vysokou pevností. Slučovací tepla různých materiálů jsou dobře známá a uvedena v Handbook of Chemistry and Physics, 68. vydání, str. D33-D42 (CRC Press 1987). Slučovací teplo obecně koresponduje s množstvím tepla potřebným ke strhnutí různých materiálů a může být použito jako vodítko při výběru hustoty a trvání energie ozáření, jež nezmění molekulární krystalovou strukturu ošetřovaného povrchu. Slučovací tepla řady běžných substrátových materiálů jsou soustředěna v Tabulce II, níže.

Tabulka II

Materiál	Slučovací teplota
AL_2O_3	16 906,7 kJ/mol; 17,52 Ev/molecule
SiO_2	840,3 kJ/mol; 9,11 Ev/molecule
Nb_2O_3	1 528,2 kJ/mol; 13,27 Ev/molecule
NiO	230,6 kJ/mol; 2,50 Ev/molecule
Ti_2O_3	500,2 kJ/mol; 15,63 Ev/molecule

Hustota energie ozáření a její trvání užité v tomto vynálezu je taková, že se na povrchu ošetřovaného substrátu neblíží slučovací teplotě. Zjištění maximální použitelné energie pro daný materiál substrátu však vyžaduje určité

experimentování se zřetelem na znalost slučovací teploty materiálu. Toto experimentování zajišťuje, že nedojde k žíhání, ablaci a tavení.

Když je povrch substrátu ozařován, jak je uvedeno výše, spojení a/nebo síly držící povrchové kontaminaty k povrchu substrátu jsou rozbity a inertní plyn odnáší během ozařování kontaminaty pryč s povrchu substrátu. Tak dlouho, jak zůstane čistý substrát v prostředí inertního plynu, žádné nové kontaminaty se na povrchu substrátu netvoří. Pokud je to nutné, k vývodu 25 pouzdra může být připojen vhodný zachycovací systém pro zachycování a neutralizování odstraňovaných spécií kontaminátů.

Ošetřování planárních povrchů

Planární substrát ošetřovaný podle tohoto vynálezu může být selektivně ozařován laserem. Jak je znázorněno na Obr. 2, například, substrát 12 je upevněn na desce XY 13, s níž se selektivně pohybuje se zřetelem k fixnímu svazku impulsů laseru 11 , jež jsou generovány laserem 14 , namířeným skrze rozdělovač svazku 24 a zaměřující čočky 28 před tím, než kontaktují vybrané části povrchu substrátu 12, přes nějž proudí inertní plyn 18.

Alternativně, jak znázorňuje Obr. 3, laserové impulsy 11 mohou být rozděleny rozdělovači svazku 30, 32 do dvou souborů impulsů, jež se výběrově pohybují pomocí nastavení zrcadel 34-37 nad povrchem substrátu 12 na pevné desce 19. Měřič výkonu laseru 26, měřící energii přímo od laseru, dovoluje přísné monitorování energie laseru, aplikované na substrát. Takovéto vhodné měřiče jsou k dostání od Digirad of Oriskany, New York a od Scientech, Inc. of Boulder, Colorado.

Navíc, výběrové ozařování planárního povrchu může být dosaženo použitím masky, podobné jaká se užívá v průmyslu

polovodičů, umístěné mezi zdroj záření a ošetřovaný substrát. Jak je znázorněno na Obr. 4, maska 9 usnadňuje výběrové ozařování substrátu 12, zajištěného k pevné desce 19 omezením přístupu záření 11 k substrátu 12 skrze pasáž masky a. Jak je podrobně na Obr. 1, pouzdro 15 zahrnuje vzorovou reakční buňku z nerezavějící oceli, s namontovanými protilehlými porty přívodu a vývodu plynu 23, respektive 25 a utěsněné křemenné okno 17 optického stupně, přes nějž může procházet záření.

Předpokládá se, že k ozařování planárních povrchů může být užito lamp s velkou energií v konfiguraci podobné, jaká je popisována na Obr. 2 až 4.

Následující příklady ilustrují aplikaci způsobu tohoto vynálezu na celkově planárních površích ošetření. Na příkladu I, jsou na substrát oxidu silikonu aplikovány různé hustoty energie z impulsového KrF excimerového laseru s různým stupněm úspěšnosti. V příkladě II se zkoumá potřeba vynálezu v příslušné oblasti optických komponentů.

Příklad I

Pro podporu růstu tenké vrstvičky na površích polovodičů je třeba přírodního oxidu silikonu. Naneštěstí, když jsou polovodičové plochy oxidu silikonu vystaveny okolnímu prostředí, k povrchu polovodiče lehce přilínají uhlíkové znečišťující látky. Přítomnost těchto kontaminátů velmi snižuje vodivost nebo izolační povahu tenkého filmu, jenž má být nanesen. Tudíž, při výrobě polovodičů se značná bezpečnostní opatření věnují minimalizaci expozice vnějšímu prostředí pomocí užití rozpracovaných vakuových, chemických a mechanických technik. Vakuové techniky jsou drahé, zvláště používá-li se vakuum vysoké nebo blízko ultravysokého pro

udržování čistých povrchů mezi kroky zpracování. Techniky chemické (za mokra a suché) a mechanické mohou poškodit ošetřovaný povrch substrátu a je-li ošetřovaným substrátem zpracovaný integrovaný obvod, pak podkladová struktura.

Při pokusu překonat tyto problémy byla aplikována radiace od impulsového KrF excimerového laseru, jehož základní vlnová délka je 248 nm (rozmezí UV), na povrch silikonového substrátu v utěsněném boxu, jímž proudil argonový plyn. Aby se zmenšila kontaminace uhlíkem a snížilo procento uhlíku sdruženého s chemisorbovaným organometalikem (trimetyl aluminium), prekursor do formace tenkého filmu aluminia při polovodičové výrobě, bylo aplikováno ozáření 35 mj/cm^2 za 6 000 laserových dávek při opakovacím kmitočtu 10 Hz na povrch substrátu oxidu silikonu pomocí KrF excimerového laseru. Laserem ošetřované plochy byly vystaveny během nepřetržitého průtoku argonového plynu při míře toku 16 1/hr za tlaku vnitřního regulátoru 1,03 x 10^3 torů. Po ošetření ukázala roentgenová fotoelektronová spektroskopická analýza ("XPS"), že daný substrát vykazoval významný úbytek povrchového uhlíku, ve srovnání s průměrným povrchem před ošetřením pokrytým uhlíkem z 30 - 45%, kdežto po ošetření průměrný povlak uhlíkem činil 19% povrchu substrátu. Povrch substrátu sám nevykázal žádné poškození nebo změnu.

Povrch ošetřený laserovým ozářením, jak popsáno výše, a poté vystavený proudění organometalického plynu, ukázal pomocí analýzy XPS, že 20,8% povrchu substrátu bylo pokryto uhlíkem, ve srovnání s 40-45% povrchu substrátu, jenž byl pokryt uhlíkem po vystavení organometalickému plynu na povrchu neošetřeném laserem. Když byl použit laser, jak popsáno výše, jak před expozicí organometalickému plynu, tak opět po expozici plynu, pouze 8,9% daného povrchu bylo pokryto uhlíkem. Oblasti přilehlé oblastem vystaveným laseru rovněž vykazovaly určité účinky ošetření čištěním laserem.

Oblasti přilehlé ošetřovaným oblastem vykázaly zmenšenou úroveň uhlíku činící 12,7%. Tento efekt je v důsledku Gaussovy povahy aplikovaného laserového impulsu.

Přenos plátku z vzorkové buňky do analyzátoru XPS byl přes argonem naplněnou rukavicovou krabici. Silikonový plátek byl přenesen do XPS přes UHV inertní přenášecí tyč. Toto udržuje vystavení vnějšímu prostředí na minimum.

Další plátek oxidu silikonu, zatímco vystavený argonovému plynu jak popsáno výše, byl vystaven ozáření impulsovým KrF excimerovým laserem o 9 mj/cm^2 za 6 000 dávek při opakovacím kmitočtu 10 Hz. Analýza XPS ukázala pokrytí povrchu uhlíkem 40-45% jak před, tak po ošetření laserem. Tudíž, ozáření 9 mj/cm^2 neodstranilo absorbovaný povrchový uhlík.

Další plátek oxidu silikonu, zatímco vystavený argonovému plynu jak popsáno výše, byl vystaven ozáření impulsovým KrF excimerovým laserem o 300 mj/cm^2 za 6 000 dávek při opakovaném kmitočtu 10 Hz. Na konci ošetření povrch substrátu utrpěl značné poškození, včetně otvoru skrze daný substrát. Tudíž, ozáření při 300 mj/cm^2 změnilo molekulární krystalovou strukturu povrchu substrátu.

Tyto pokusy ukazují, že ozáření laserem za určitého energetického toku a vlnové délky může snížit povrchovou kontaminaci, bez poškození podkladového povrchu anebo přilehlých struktur.

Očekává se, z hlediska slučovací teploty SiO_3, že podrobení povrchu substrátu oxidu silikonu ozáření impulsovým KrF excimerovým laserem o méně než 100mj/cm^2 za 6 000 dávek při opakovaném kmitočtu 10 Hz, nezmění molekulární krystalovou strukturu substrátu. Neočekává se, že ozáření impulsovým Krf excimerovým laserem menší než 75 mj/cm^2 za 6 000 dávek při opakovacím kmitočtu 10 Hz, změní povrch substrátu oxidu silikonu žádným způsobem.

Příklad II

Optické komponenty pro velké energie se obtížně vyrábějí pro takové technologie jakou je laserové tavení, roentgenová litografie a UV optika excimerových laserů. Laserové tavení a technologie roentgenové litografie jsou používány výhradně v "čistém" prostředí. Optika excimerových laserů má krátký životní cyklus, protože se současnou komerční technologií nanášení filmů je obtížné seriově vyrábět filmy schopné vydržet déletrvající toky velkých energií.

Trvalým problémem s optikou velkých energií je optická porucha. Tento jev může být popsán jako "katastrofický rozvoj škody utrpěné v transparentním mediu v silném laserovém poli". Y.R. Shen, Principy nelineární optiky, 1. vydání, 528-540 (Wiley Interscience, 1984). Tento fenomen se objevuje jak v tuhých tělesech, tak v plynech. U tuhých těles, jako je optika velkých energií, je optická porucha aktivována přítomností povrchových defektů jako jsou například škrábance a póry u volně loženého materiálu. Ve většině případů je optická porucha v důsledku znečištění, jakým jsou absorbované prachové částice. Přítomnost těchto kontaminátů snižuje mezní hranici poruch, což následně omezuje maximální laserový výkon, jaký může být užit z daného laserového systému. Tato skutečnost je velmi důležitým omezením, týkajícím se pumpování laserového media (v pevné fázi nebo plynné) pomocí zdroje energie externí pumpy. To následně omezuje laserový výkon, jenž může být využit k přenosu energie skrze optická okna, čočky a jiné optické komponenty.

Optická porucha, například na nějakém tuhém tělese, je podporována přítomností kontaminátů přilínajících k povrchu. Interakce sledu impulsů laseru s dostatečným energetickým průřezem může nanést dost energie k tomu, aby to generovalo

"lavinovou" ionizaci na povrchu tuhého tělesa. To může vytvořit povrchové plasma, jež může desintegrovat dané tuhé těleso. Přítomnost kontaminátů efektivně snižuje účinnost laseru a omezuje jeho užití v potenciálních aplikacích.

Aby se překonaly výše uvedené problémy, způsob odstraňování kontaminátu popsaný v tomto materiálu, může být použit k odstraňování přilnutých kontaminátů jako je absorbovaný prach. Například, aby se ošetřil optický komponent, je vystaven kontinuálnímu toku argonového plynu, během čehož je impulsový KrF excimerický laser namířen na povrch daného optického komponentu. Laser je naladěn na příslušný tok energie a vlnovou délku, jež je značně menší než impuls velké energie, potřebný k podpoře ionizace a následného plasma v optice velké energie. Povrch optického komponentu je ozářen vybraným tokem a vlnovou délkou po dobu dostatečnou, aby se odstranily absorbované kontaminaty.

2. Nepravidelně tvarované ošetřované povrchy

Ztvárnění popisovaná na Obr. 2 až 4 směřují v prvé řadě k ošetření planárních nebo plochých substrátů jako jsou silikonové plátky. V souladu s tím je jejich užití omezeno na ty plochy substrátů, jež mohou být vhodně zajištěny uvnitř komory zpracování a konfigurovány, aby dovolily adekvátní vystavení zdroji záření, emanujícího z celkově stabilního umístění.

Alternativně, Obr. 5 až 26 popisují ztvárnění tohoto vynálezu, schopná odstraňování povrchových kontaminátů s objektů, jež mají nepravidelně tvarované vnitřní a vnější povrchy substrátů, či konkrétněji, povrchy, jež leží v rovinách, jež nejsou ve vztahu koincidence. Takové roviny zahrnují všechny možné vztahy mezi povrchy substrátu a to s

výjimkou těch, jež zaujímají stejný prostor anebo rovinu. Například povrchy, jež jsou ve vztahu paralelním nebo angulárním, jako protilehlé stěny vnitřku nějaké trubky či přilehlé stěny v krychlové komoře, zaujímají roviny, jež nejsou ve vztahu koincidence.

Podstatou jsou přístroje popsané na Obr. 2 až 4 neschopné ošetřování takovýchto povrchů substrátu. Tyto přístroje jsou striktně omezeny na jednotlivě planární substráty. A naopak, přístroje na Obr. 5 až 26 mohou efektivně ošetřovat povrchy zaujímající roviny, jež nejsou ve vztahu koincidence, ať sekvenčně či simultánně, jak je obsáhleji vyloženo níže.

Ačkoli nezobrazen na těchto obrázcích, analyzátor plynů 27, jako ten popsaný výše, a/nebo detektor částic, mohou být zabudovány do těchto ztvárnění, aby se usnadnilo nastavení energie a vlnové délky zdroje 14, jak popsáno výše. Vhodné detektory částic jsou k dostání od Particle Measuring Systems, Inc. of Boulder, Colorado a od Tencor Instruments of Mountainview, California.

Obr. 5 schematicky zobrazuje přístroj 80 na odstraňování kontaminátů z elongovaných, uzavřených průchodů, jako například trubek 71. Záření ze zdroje záření 14 je vedeno skrze potrubí radiace 50, jež je optickým vlnovodem jako například svazek optických vláken nebo světelná trubice, zatímco plyn inertní k ošetřovaným povrchům substrátu je veden od plynového zdroje 16 na ošetřovaný povrch plynovým potrubím 51. Potrubí radiace 50 a plynové potrubí 51 se spojují v anebo před hlavou kabelu 53, kde mohou být "svázány" do jednoho kabelu 52. Hlava kabelu 53, připojená ke konci kabelu 52, obsahuje kanály radiace 54 (jež mohou být jedním nebo více optickými vlákny) a kanály plynu 55. Na Obr. 6-11 jsou v řezu zobrazeny různé konfigurace kabelové hlavy 53.

Geometrický tvar a konfigurace kanálů radiace 54 a kanálů plynu 55 na konci kabelové hlavy 53 mohou být vybrány na základě intensity a distribuce radiace a/nebo plynové turbulence, požadované pro speciální aplikaci (t.j., elongované uzavřené kanály anebo dražší, planární povrchy). Například, Obr. 6 a 7 popisují konfigurace s dispozicí ke zvýšenému vystavení zářením, respektive plynové turbulenci. Dále, Obr. 6-9 zajišťují geometrie, jež přiváději nerovnoměrné množství plynu a/nebo radiace, když opakovaně normálně přecházejí přes nějaký povrch. Tyto jsou v kontrastu s rovnoměrnou distribucí plynu a radiace, obsaženou v Obr. 10 a 11, když jsou normálně směrovány na povrch. Alternativně, Obr. 8 a 9 zajišťují relativně stejnoměrnou distribuci plynu a radiace, když je aplikována na povrchy celkově paralelní k ose kabelové hlavy 53, jak je konkrétněji vyloženo níže. Ačkoli je řízení plynu a radiace posíleno užíváním kabelové hlavy 53, předpokládá se, že v určitých aplikacích tento prvek může být zcela odstraněn, což umožní plynu a záření, aby jednoduše emanovaly přímo z konců plynového potrubí 51 a potrubí radiace 50.

Navíc, k usnadnění mnohonásobných kanálů radiace 54 a kanálů plynu 55, kabelová hlava 53 poskytuje prostředky pro přesměrování radiace a plynu k povrchu ošetření substrátu 70. Takové přesměrování je nezbytné, když je zařízení 80 užito pro čištění vnitřků úzkých průchodů, jako jsou trubice 71, jak je znázorněno na Obr. 12 a 13, kde osa kabelové hlavy 53 musí být celkově paralelní k povrchu ošetření 70.

Jak je znázorněno na Obr. 15, kanál radiace 54 a kanál plynu 55 se nálevkovitě rozšiřují směrem ven od centrální linie kabelové hlavy 53, čímž směřují jak radiaci, tak tok plynu směrem k vnitřním stěnám průchodu, jenž má být čištěn. Úhel emanace z centrální linie kabelové hlavy 53 může být v

rozmezí od jen několika málo stupňů až do více než 90^{O}, jak je znázorněno na Obr. 15, respektive 16. Konfigurace kabelové hlavy 53 je specifickou aplikací, vztahující se k míře toku plynu a požadavkům na dodávku fotonů k odstranění kontaminátu. Konkrétněji, kabelová hlava 53 směřuje radiaci příslušné hustoty a úhlu dopadu pro specifický kontaminát a substrát, zatímco se udržuje kontinuální proudění inertního plynu přes tuto část ozařovaného substrátu.

Při provozu zařízení 80 a konkrétněji kabel 52 a kabelová hlava 53 mohou pojíždět elongovaným uzavřeným kanálem 71 buď ve směru vpřed či obráceně, jak je znázorněno na Obr. 12, respektive 13. Při pohybu vpřed, jak označuje šipka 60 na Obr. 12, může být hlava kabelu 53 konfigurována jak je znázorněno na Obr. 15. Kanál radiace 54 a kanál plynu 55 mohou být uspořádány ve vnitřních a vnějších kanálech kabelové hlavy 53. Tímto způsobem dojde k ozáření povrchu substrátu 70 energií předávanou kanálem radiace 54 ve směru proudění od toku plynu emanujícího z konce výtoku kanálu plynu 55 a jakékoli uvolněné kontaminaty budou kontinuálně tlačeny před kabelovou hlavou 53 vyváděným vzduchem, když se kabelová hlava pohybuje dopředu.

Alternativně, kabelová hlava 53 se může pohybovat v příčném nebo zpětném směru, vyznačeném šipkou 61 na Obr. 13. Když se pohybuje směrem zpět, kabelová hlava 53 může být konfigurována jak je znázorněno na Obr. 16. Kanál radiace 54 a kanál plynu 55 mohou být uspořádány ve vnějších respektive vnitřních kanálech kabelové hlavy 53. Plyn vyváděný z plynového kanálu 55 proudí zpátky podél kabelu 52 v prstencovém prostoru mezi kabelem a trubkou 71. Tímto způsobem část ozařovaného povrchu substrátu 70 energií přiváděnou kanálem radiace 54 bude pokryta příslušným plynem a jakékoli uvolněné kontaminaty budou kontinuálně tlačeny plynem ve směru pohybu kabelové hlavy 53 když se kabelová

hlava pohybuje směrem vzad podél dané trubky. Aby kontaminát zatížený vzduch nemohl projít do části trubky, jež již byla ošetřena, na konec trubky nejbližší první ošetřené části může být umístěn uzávěr. Alternativně, uzávěr 53a , jak znázorňuje Obr. 16, může být usazen na konec kabelové hlavy 53 . Uzávěr má vnější průměr nepatrně menší než vnitřní průměr trubky 71, takže prstencová plocha proudění mezi uzávěrem a trubkou je daleko menší, než plocha prstencového proudění mezi trubkou 71 a kabelem 52 nebo kabelovou hlavou 53 . Plyn bude tudíž proudit pryč od uzávěru 53a a směrem ke kabelu 52.

Jak v konfiguracích dopředného, tak zpětného pohybu, konstantní poměr proudění inertního plynu vyváděného z plynového kanálu 55 je dostatečný k pohybu kontaminátů pryč z prostoru ošetření. Tento proud plynu může rovněž sloužit jako prostředek vystředění kabelové hlavy 53 uvnitř elengovaných, uzavřených kanálů, jež mají být vyčištěny. Jak je znázorněno na Obr. 14-16, kanál plynu 55 může být konfigurován jako prstencový kruh namířený směrem ven od osy kabelu 52. Pokud je použit dostatečný tlak plynu, stejnoměrný, směrem ven namířený plyn z plynového kanálu 55 může vystřeďovat kabelovou hlavu 53 uvnitř elongovaného, uzavřeného kanálu.

Alternativně, pružná, porézní podpůrná struktura 56 složená ze stabilního a částice nezanechávajícího materiálu, může být umístěna okolo kabelové hlavy 53 pro účely vystředění, jak je znázorněno na Obr. 17 a 17a. Aby se vyhlo kontaminaci čistých povrchů, podpůrná struktura 56 by neměla nikdy kontaktovat ošetřené povrchy, ať se kabelová hlava 53 pohybuje směrem vpřed (šipka 60) nebo zpět (šipka 61). Tudíž, podpůrná struktura 56 by měla procházet přes povrch substrátu před ošetřením radiací. V takové aplikaci musí být tato struktura dostatečně porézní, aby dovolila proudění plynu a uvolněným kontaminátům skrze ní, když kabelová hlava 53

pojíždí uzavřeným kanálem. Při ztělesnění dopředného pohybu, zobrazeného na Obr. 17, kanál plynu 55 a kanál radiace 54 (neznázorněn), mohou vycházet z boku kabelové hlavy 53 spíše, než z její čelní plochy, jak znázorňuje Obr. 14 a 15, aby to umožňovalo instalaci podpůrné struktury 56 směrem po proudu proudění plynu a kontaminátu.

Tam, kde je vnitřek elongovaného, uzavřeného kanálu konstruován z dostatečně reflektivního materiálu, jako je bazická, žíhaná nerezavějící ocel 316, lampa s velkou energií anebo přívod radiace 50 s optickým difusérem 57, namontovaným k jeho konci, mohou jednoduše emitovat záření 11 na vstupu do daného kanálu a umožnit vzniklému záření 11, aby se odrazem pohybovalo vnitřkem 70, jak je znázorněno na Obr. 18. Vnitřek 70 elongovaného kanálu 71 je dostatečně reflektivní, aby umožnil radiaci 11 pohybovat se napříč vnitřku, aniž by se pohybovalo zdrojem záření. Tok inertního plynu 18, přiváděný do vstupu kanálu 71 jakýmkoli prostředkem známým současnému stavu techniky zajišťuje, že jakmile jsou částice uvolněny s povrchu substrátu 70, pohybují se po směru proudění. Navíc, reflektor 58, který může být také sestrojen z nerezavějící oceli 316, je upevněn k obvodu vstupu do kanálu 71, aby bránil zpětnému proudění radiace a plynu.

Rovněž se předpokládá, že tekutina spíše než plyn může sloužit jako inertní medium k odnášení pryč uvolněných kontaminátů během ozařování z úzkých elongovaných kanálů. Taková modifikace by byla zvláště užitečná při odstraňování plaku z vnitřních stěn krevních cév. V této aplikaci by se užitá radiace vyznačovala hustotou energie a trváním mezi tím, co je potřeba k uvolnění povrchových kontaminátů s ošetřovaného povrchu a tím, co by vedlo k poškození nebo traumatizaci složení dané vaskulární struktury.

Analogicky, k elongovaným uzavřeným kanálům, přístroj 80, či obzvláště kabel 52 a kabelová hlava 53, mohou být používány k čištění dražších interiérů, jako jsou uvedené komory zpracovávání. V takových případech kabelová hlava 53 může být konfigurována bez nálevkovitého rozšíření tak, že radiace a inertní plyn jsou směrovány přímo z konce kabelu podél jeho osy. Při čištění těchto povrchů může být použito manuálního či robotického řízení této montáže.

Na Obr. 19, například, komora 15 obsahuje přívod plynu, vestavěný v plynovém kanálu 55 kabelové hlavy 53 a plynový vývod 25. Uvnitř dané komory, robotická paže 81 připevněná k základně 83 zajišťuje prostředek pro pohybování kabelové hlavy 53 okolo vnitřních stěn komory, identifikovaných jako ošetřovaný povrch substrátu 70. Tato paže se může otáčet o celých 360^{0} a základna 83 se může pohybovat nahoru a dolu, jak vyznačuje šipka 62, což poskytuje úplný přístup k interiéru komory. Když jsou radiace a plyn přiváděny na ošetřovaný povrch substrátu 70 pomocí kanálů 54 a 55 kabelové hlavy 53, kontaminaty jsou uvolňovány s povrchu a vtahovány do vývodu 25 gravitací a prouděním plynu.

Alternativně, Obr. 20 zobrazuje uspořádání čištění komory, v níž je vývod plynu 25 umístěn navrchu dané komory. Jako na Obr. 19, robotická paže 81,, připevněná k základně 83, zajišťuje prostředek pohybu kabelové hlavy 53 okolo stěn vnitřku komory. V tomto případě se však nelze spoléhat na gravitaci, přitahující uvolněné kontaminaty směrem k vývodu plynu 25. V takovém případě je zajištěn sekundární plynový kanál, označený šipkou 55, aby udržoval konstantní turbulenci na základně komory 15. Tento sekundární tok vytváří konstantní pohyb plynu k vývodu 25 podél celé hloubky komory. V souladu s tím je povrch substrátu 70 čištěn od spoda k vršku, přičemž kontaminát je nesen nahoru

proudicím plynem, produkovaným sekundárním tokem 55 a vylučován skrz vývod 25. Předpokládá se, že do komory 15 může být přidán jeden nebo více sekundárních zdrojů plynu, aby došlo k akomodaci různých geometrií komory a nastavení plynového vývodu (t.j., boční usazení).

Navíc k interiérům, kabel 52 a kabelová hlava 53 mohou být užity k odstraňování kontaminátů z vnějšků nepravidelně tvarovaných objektů. Například, na Obr. 21 je komora 15 slícována s plynovými přívody 23 a vývody 25, což umožňuje objemu plynu 18, aby proudil napříč touto komorou. Uvnitř ní robotická paže 81, připojená k základně 82, zajišťuje prostředek pro pohyb kabelové hlavy 53 okolo objektu 72, jenž obsahuje povrch ošetření substrátu 70. Přístup k celému povrchu 70 objektu 72 je usnadněn otáčivým stolem 84. Kanály 54 a 55 uvnitř kabelové hlavy 53 přivádějí radiaci a dostatečné proudění plynu ke konkrétní ošetřované ploše tak, aby se uvolnily kontaminát s povrchu daného substrátu 70. Jakmile jsou uvolněny s plochy ošetření, kontaminát se stávají součástí proudu objemu plynu 18 a jsou odstraněny z komory 15 přes plynový vývod 25. Jak výše uvedeno, odváděný plyn může být monitorován během použití analyzátorem plynů a/nebo detektoru částic, aby se usnadnilo nastavení zvolené energie a vlnové délky zdroje záření 14 (není znázorněn).

Principy na Obr. 21 se vztahují stejně na Obr. 22, v němž objekt 73 obsahuje více planární povrch ošetření 70, takový jaký se nachází na nějaké malbě.

Předpokládá se, že vnějšky nepravidelně tvarovaných objektů mohou být úspěšně ošetřeny pomocí předchozího postupu bez užití nějaké komory, spoléháním výhradně na plyn dodávaný přivaděčem 51. Takový přístroj může mít podobu v ruce drženého zařízení, v němž se dostatečná dekontaminace měří vizuální inspekcí spíše, než analyzátorem plynů a/nebo detektorem částic.

Při použití některých nepravidelně tvarovaných povrchů může být výhodné upravit zařízení 80 oddělením od sebe prostředků přenosu plynu a radiace. Například, když se odstraňují kontaminát z vnitřku nějaké výrobní komory, jeden nebo více zdrojů radiace, jako je například ultrafialová lampa, může být umístěn uvnitř komory pomocí podpory 85, jak je znázorněno na Obr. 23. Když ultrafialová lampa ozařuje vnitřek komory 70 (povrch ošetřovaného substrátu), plyn 18 může být poskytován z jednoho nebo více přívodů 23 k vylučování kontaminátů z komory 15 vývodem 25. Proud plynu 18 může být řízen pomocí ventilů 22, jak je výše popsáno. Alternativně, radiace může být přiváděna do vnitřku komory 15 přes přívod 50 a robotickou paži 81, jak je znázorněno na Obr. 24.

Konečně, jak je znázorněno na Obr. 25 a 26, radiace může být generována pomocí skupiny lamp s velkou energií 59, jež substanciálně koupou ošetřovaný povrch substrátu 70 objektu 74 pomocí dostatečné úrovně záření, aby se uvolnil kontaminát. Objekt 74, jímž může být obrněné vozidlo, je vystaven lampám uvnitř přístřešku "Quonset", zatímco inertní plyn 18, urychlovaný ventilátorem 86, proudí přes povrch substrátu 70. Tam, kde by geometricky stíněné plochy mohly uniknout plynové turbulenci vytvářené ventilátorem 86 anebo radiaci generované skupinou 59, pro přístup k těmto povrchům může být použito jednoho anebo více zařízení 80 (není znázorněno).

PŘÍJ. 24 ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
25. X. 94
DOŠLO
č.j. 9476

P A T E N T O V É N Á R O K Y

(Nový list)

1. Zařízení k odstraňování znečišťujících látek s povrchů substrátu orientovaných v nekoincidujících rovinách při zachování molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené zařízení obsahuje:

   a. prostředky pro vedení proudu fluida k pluralitě ošetřovaných povrchů substrátu, orientovaných v nekoincidujících rovinách, přičemž fluidum je vůči ošetřovaným povrchům inertní; a

   b. prostředky pro ozařování ošetřovaných povrchů substrátu, orientovaných v nekoincidujících rovinách, zatímco je k nim přiváděno fluidum, přičemž řečené prostředky pro ozařování obsahují prostředky pro směrování energie ozařování na řečenou pluralitu nekoincidujících povrchů ošetření, řečené prostředky ozařování jsou projektovány pro generaci záření majícího hustotu energie a trvání dostatečnou k uvolnění povrchových kontaminátů s povrchu ošetřovaných povrchů substrátu, ale nedostatečnou ke změně molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu a řečené prostředky pro ozařování a řečené prostředky pro vedení toku fluida jsou dimenzovány a uspořádány pro koordinování aplikace energie ozáření a řečeného proudu fluida tak, že energie ozařování a proud fluida jsou aplikovány na všechny řečené nekoincidující povrchy, jež jsou ošetřovány způsobem, jímž je energie ozařování aplikována na řečenou pluralitu nekoincidujících povrchů a proud fluida je aplikován přes řečenou pluralitu nekoincidujících povrchů ošetření tak, že jsou odstraňovány energií ozařování volné nebo uvolněné kontaminaty.

2. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky ozařování sekvenčně ozařují příslušné ošetřované plochy substrátu orientované v nekoincidujících rovinách.

3. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky ozařování simultánně ozařují příslušné ošetřované plochy substrátu orientované v nekoincidujících rovinách.

4. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky ozařování jsou provozovány v ultrafialovém rozmezí.

5. Zařízení k odstraňování kontaminátů s povrchu substrátu při zachování molekulární krystalové struktury ošetřeného povrchu substrátu, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené zařízení obsahuje:

a. plynové potrubí pro přívod inertního plynu k ošetřovanému povrchu substrátu, přičemž řečené plynové potrubí má centrálně uspořádanou podélnou osu a vývod, který je pohyblivý ve vztahu k ošetřovanému povrchu;

b. potrubí radiace pro přívod záření k ošetřovanému povrchu substrátu, přičemž řečené potrubí radiace má centrálně uspořádanou podélnou osu, zakončení přívodu a zakončení vývodu, přičemž řečené zakončení vývodu je pohyblivé ve vztahu k ošetřovanému povrchu; a

c. zdroj radiace spřažený s řečeným zakončením přívodu řečeného potrubí radiace a vyzařování do řečeného zakončení přívodu radiace, přičemž záření má hustotu energie a trvání dostatečnou k uvolnění povrchových kontaminátů s povrchu ošetřovaného substrátu, ale

nedostatečnou ke změně molekulární krystalové struktury ošetřovaného povrchu substrátu, přičemž řečený konec vývodu řečeného potrubí radiace a řečený konec vývodu řečeného plynového potrubí je uspořádán tak, aby plyn vytékající z řečeného plynového potrubí proudil přes část ošetřovaného povrchu, ozařovaného radiací vycházející z řečeného potrubí radiace.

6. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále zahrnuje prostředky pro směrování proudění plynu z řečeného konce vývodu řečeného plynového potrubí pryč od podélné osy řečeného plynového potrubí a prostředky pro směrování záření z řečeného konce vývodu řečeného potrubí radiace pryč od podélné osy řečeného potrubí radiace.

7. Zařízení podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky směrování plynu a řečené prostředky směrování radiace zahrnují zařízení mnohonásobného průtoku, namontované ke konci vývodu řečeného plynového potrubí a řečeného potrubí radiace.

8. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené potrubí radiace obsahuje světelné potrubí.

9. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené potrubí radiace obsahuje optiku vláken.

10. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným zdrojem radiace je impulsový laser.

11. Zařízení podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečený impulsový laser pracuje v ultrafialovém rozmezí.

12. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným zdrojem radiace je laser s nepřerušovanou vlnou.

13. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným zdrojem radiace je lampa s velkou energií.

14. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečený plyn inertní vůči ošetřované ploše substrátu je chemicky inertní plyn.

15. Zařízení k odstraňování kontaminátů s povrchů substrátu orientovaných v nekoincidujících rovinách při zachování molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené zařízení obsahuje:

a. zdroj plynu inertního vůči ošetřovaným povrchům substrátu, orientovaných v nekoincidujících rovinách;

b. pouzdro, v němž jsou uspořádány ošetřované povrchy substrátu orientované v nekoincidujících rovinách, přičemž řečené pouzdro má vývod;

c. prostředek pro kontinuálně proudící plyn z řečeného zdroje plynu uvnitř řečeného pouzdra tak, že plyn proudí přes ošetřované povrchy substrátu orientované v nekoincidujících rovinách uspořádaných uvnitř řečeného pouzdra a ven řečeným portem vývodu řečeného pouzdra; a

d. prostředky pro ozařování ošetřovaných povrchů substrátu, jež jsou orientovány v nekoincidujících rovinách, přes něž proudí plyn, přičemž řečené

prostředky ozařování jsou projektovány pro generaci záření majícího hustotu energie a trvání dostatečnou k uvolnění povrchových kontaminátů s ošetřovaných povrchů substrátu, ale nedostatečnou ke změně molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu a alespoň jeden z řečených prostředků pro kontinuálně proudící plyn a řečených prostředků ozařování je nastavitelný se zřetelem k ošetřovaným povrchům a při provozu tak, že energie ozařování z řečených prostředků ozařování a proud plynu z řečených prostředků pro kontinuálně proudící plyn jsou aplikovány na řečené ošetřované povrchy koordinovaným způsobem, jímž je energie ozařování aplikována na řečené nekoincidující povrchy, zatímco proud plynu je aplikován přes všechny nekoincidující ošetřované povrchy tak, že proud plynu odstraňuje kontaminaty volné anebo uvolněné energií ozařování z plurality nekoincidujících povrchů ošetření.

16. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky ozařování obsahují pluralitu zdrojů radiace.

17. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky radiace obsahují potrubí radiace pro přivádění radiace na ošetřované povrchy substrátu, přičemž řečené potrubí radiace má zakončení vývodu, jež je pohyblivé ve vztahu k ošetřovaným povrchům.

18. Zařízení podle nároku 17, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro kontinuálně proudící plyn obsahují plynové potrubí pro přivádění plynu inertního vůči ošetřovaným povrchům substrátu, přičemž řečené plynové potrubí má zakončení vývodu, jež je pohyblivé ve vztahu k ošetřovaným povrchům.

19. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným prostředkem ozařování je impulsový laser.

20. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným prostředkem ozařování je laser s nepřerušovanou vlnou.

21. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečeným prostředkem ozařování je lampa s velkou energií.

22. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje analyzátor plynů pro analýzu kontaminátem zatíženého plynu, který odtéká příslušným vývodem, přičemž řečený analyzátor plynů je konstruován k určování složení kontaminátů, obsažených v řečeném vytékaném vzduchu.

23. Zařízení podle nároku 15, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro kontinuálně proudící plyn obsahují plynové potrubí pro přivádění plynu inertního k ošetřovaným povrchům substrátu, přičemž řečené plynové potrubí má zakončení vývodu, které je pohyblivé ve vztahu k ošetřovaným povrchům.

24. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky vedení fluida vedou plyn přes řečené ošetřované povrchy.

25. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že po ošetřovaných površích prochází tekutina.

26. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že příslušné prostředky pro vedení obsahují potrubí proudu tekutiny, jež je pohyblivé.

27. Zařízení podle nároku 26, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro ozařování obsahují potrubí radiace, jež je pohyblivé.

28. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro ozařování obsahují potrubí radiace, jež je pohyblivé.

29. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro vedení obsahují průtokovou hlavu, adaptovanou pro mnohonásobné nastavení podél elongovaného členu, obklopujícího průtokovou hlavu.

30. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené prostředky pro vedení obsahují pluralitu potrubí přívodu, přičemž každý přívod obsahuje ventil, který je mnohonastavitelný tak, aby zajistil změnu charakteristiky kontaktu proudění fluida na ošetřovaných površích.

31. Zařízení podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené zařízení pro odstraňování kontaminátů je dimenzováno a uspořádáno tak, aby ošetřovaný substrát nebyl při odstraňování kontaminátů v žádném momentě vystaven vakuu.

32. Zařízení k odstraňování kontaminátů s povrchů substrátu, orientovaných v nekoincidujících rovinách, při zachování molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu, v y z n a č u j í c í s e t í m, že řečené zařízení obsahuje:

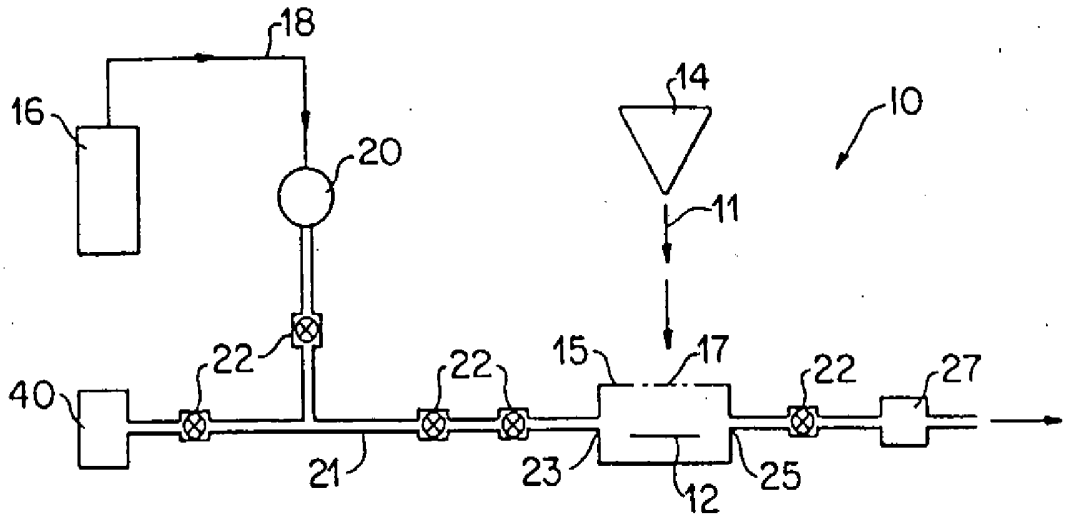
a. zdroj plynu inertního vůči ošetřovaným povrchům substrátu, orientovaných v nekoincidujících rovinách;

b. pouzdro, v němž jsou uspořádány ošetřované povrchy substrátu orientované v nekoincidujících rovinách, přičemž řečené pouzdro má port přívodu spojený s řečeným zdrojem plynu a port vývodu;

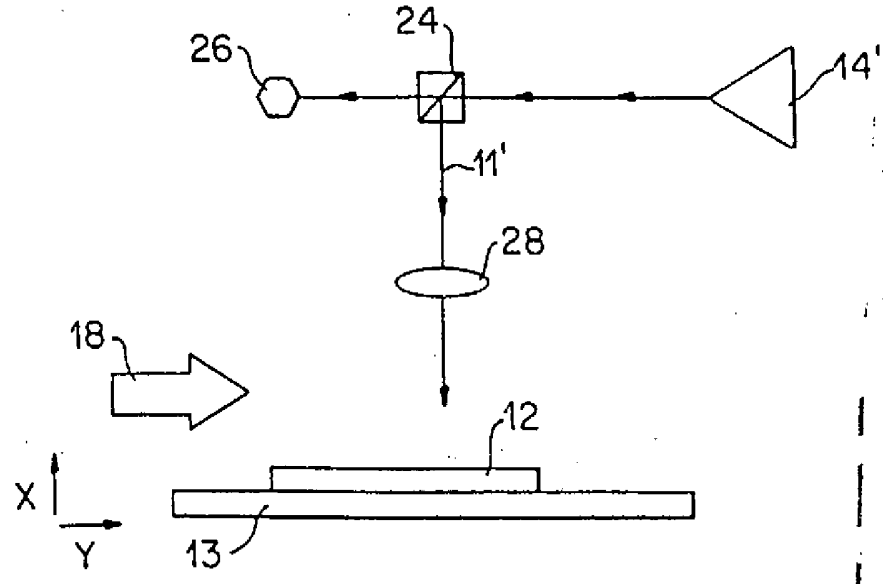
c. prostředek pro kontinuálně proudící plyn z řečeného zdroje plynu, skrze řečený port přívodu řečeného pouzdra, přes ošetřované povrchy substrátu, orientované v nekoincidujících rovinách uspořádaných uvnitř řečeného pouzdra a ven řečeným portem vývodu tohoto pouzdra; a

d. prostředky pro ozařování ošetřovaných povrchů substrátu, jež jsou orientovány v nekoincidujících rovinách, přes něž proudí plyn, přičemž řečené prostředky ozařování generují záření mající hustotu energie a trvání dostatečnou k uvolnění povrchových kontaminátů s ošetřovaných povrchů substrátu, ale nedostatečnou ke změně molekulární krystalové struktury ošetřovaných povrchů substrátu a v nichž řečené prostředky ozařování obsahují pluralitu zdrojů radiace.

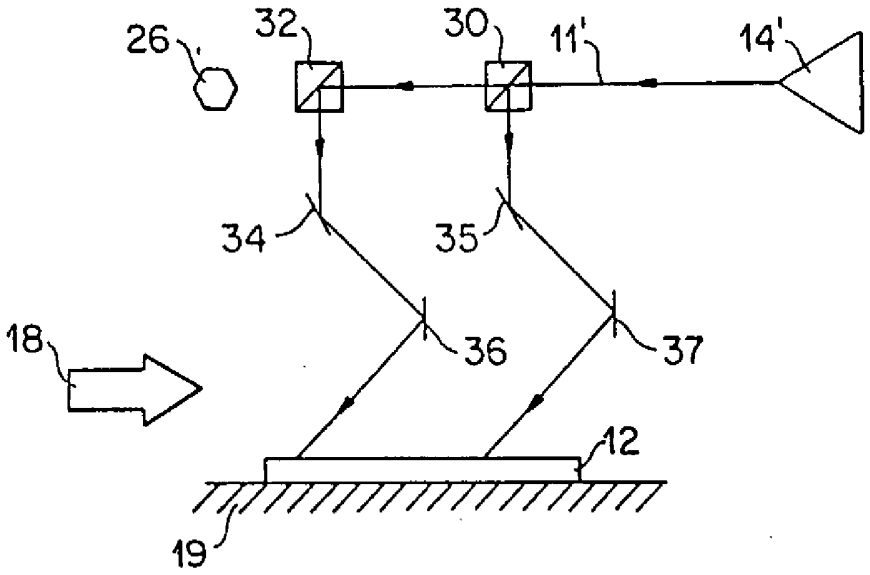
obr. 1


18
16
20
14
10
11
22
22
15
17
22
27
40
21
23
12
25

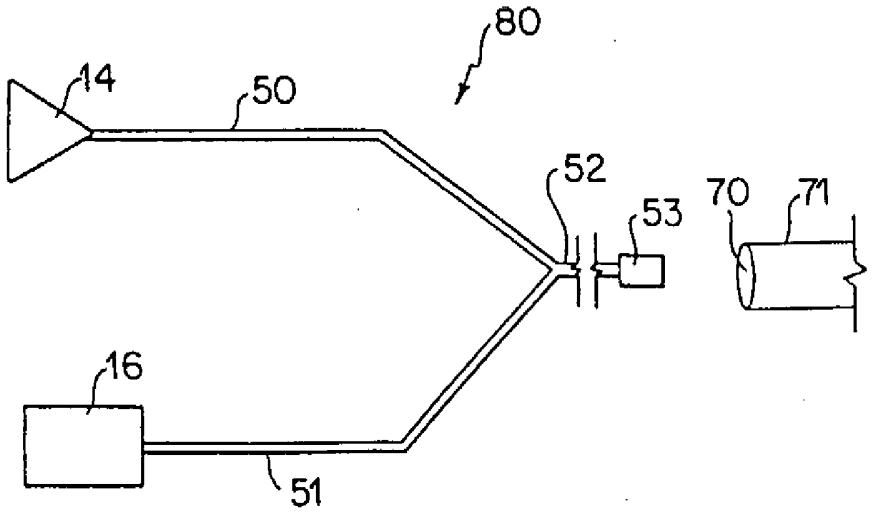
obr. 2


24
26
14'
11'
28
18
12
X
Y
13

obr. 3



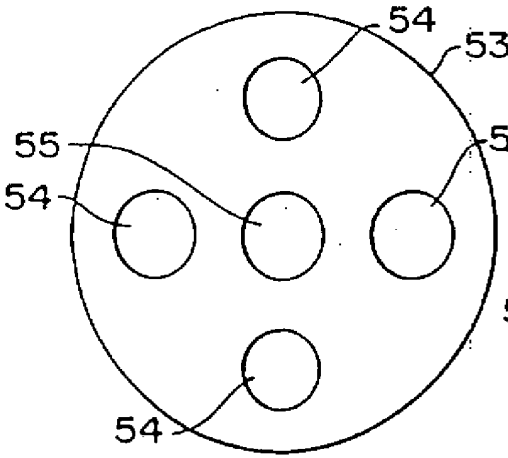
obr. 5



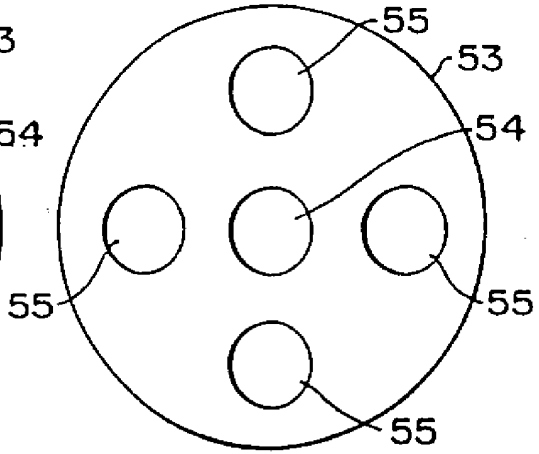
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ
PŘIJ.
25. X. 94
DOŠLO
č.j.
0 5 4 3 2 3

obr. 4

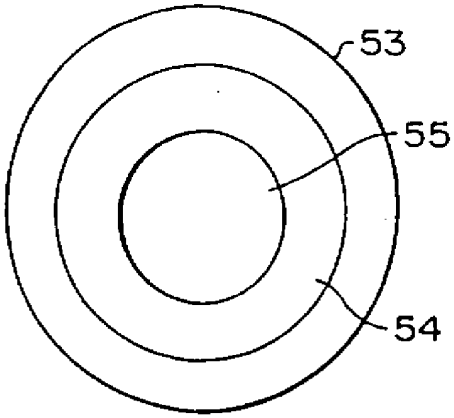
obr. 6



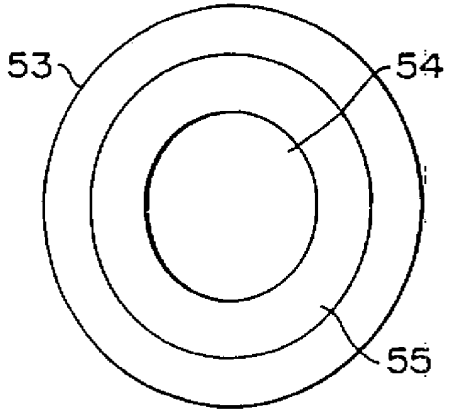
obr. 7



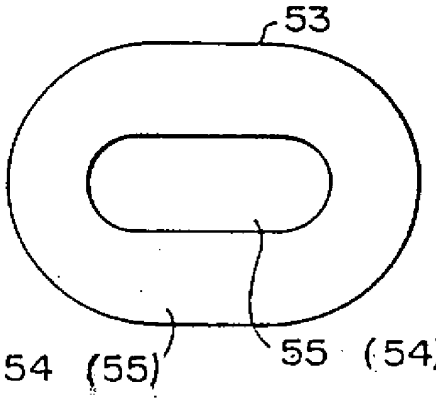
obr. 8



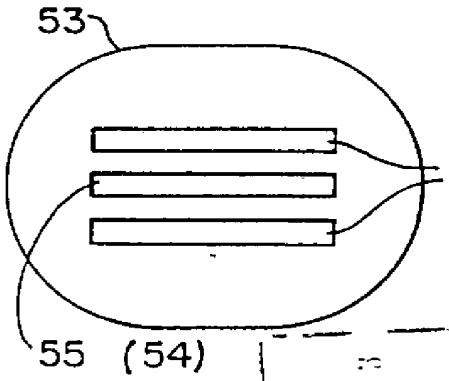
obr. 9



obr. 10



obr. 11

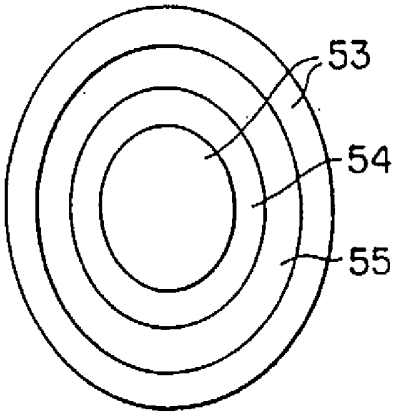


č.j.
U 5 4 3 2 3
DOŠLO
25. X. 97
ÚŘAD
PŘEMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ
PŘÍL.

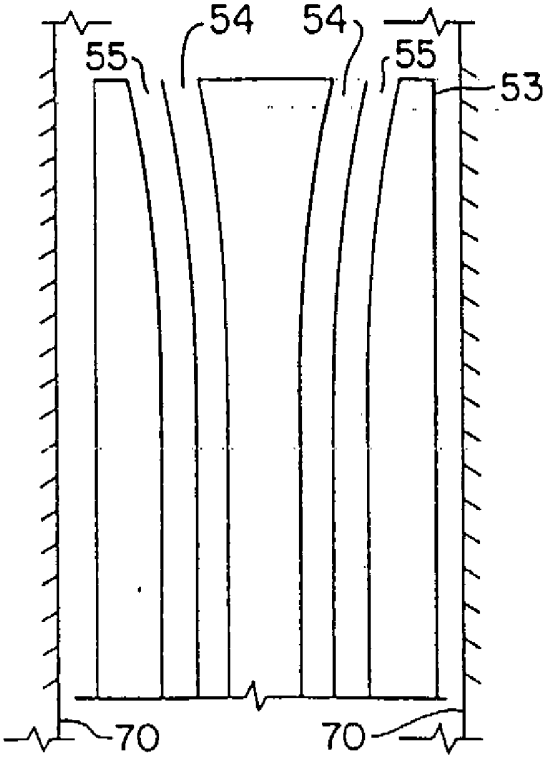
obr. 12

obr. 13

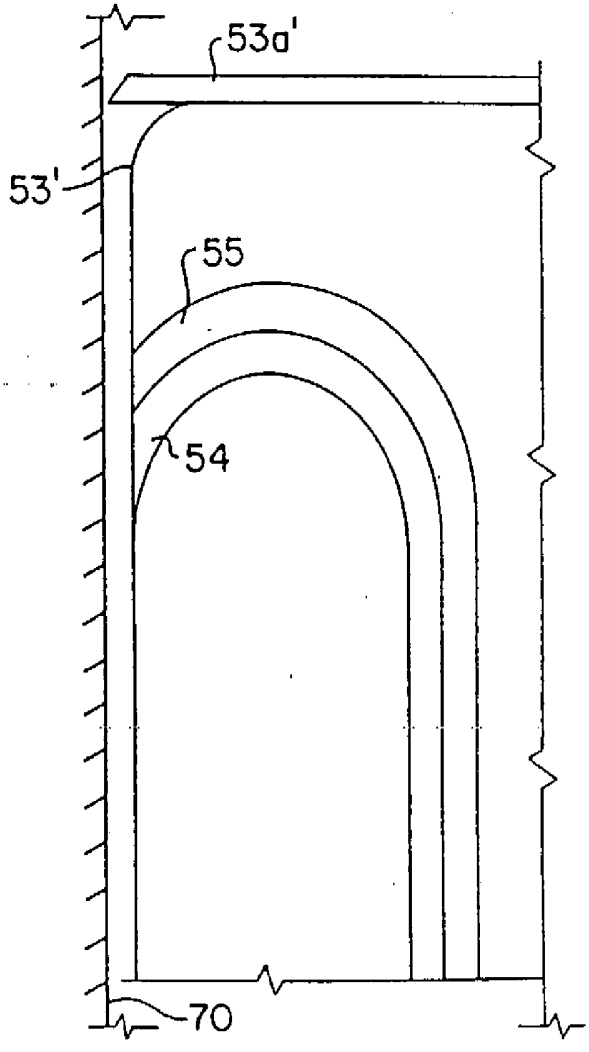
obr. 14



obr. 15



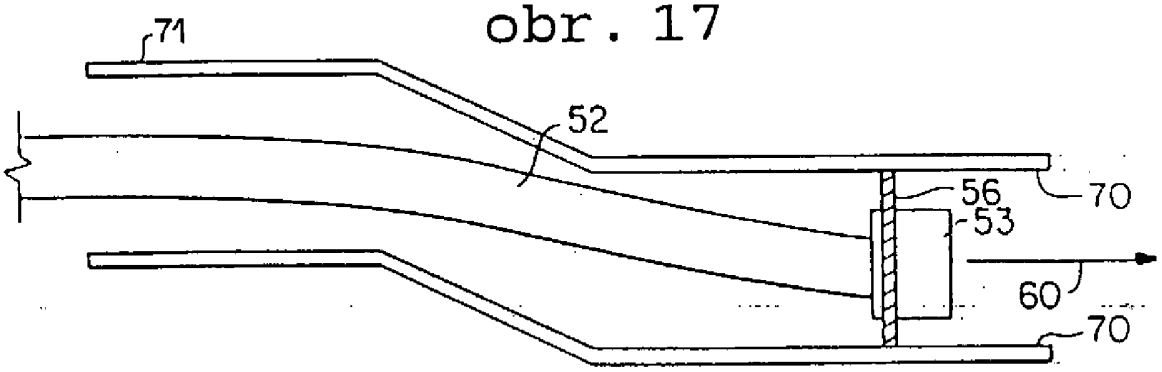
obr. 16



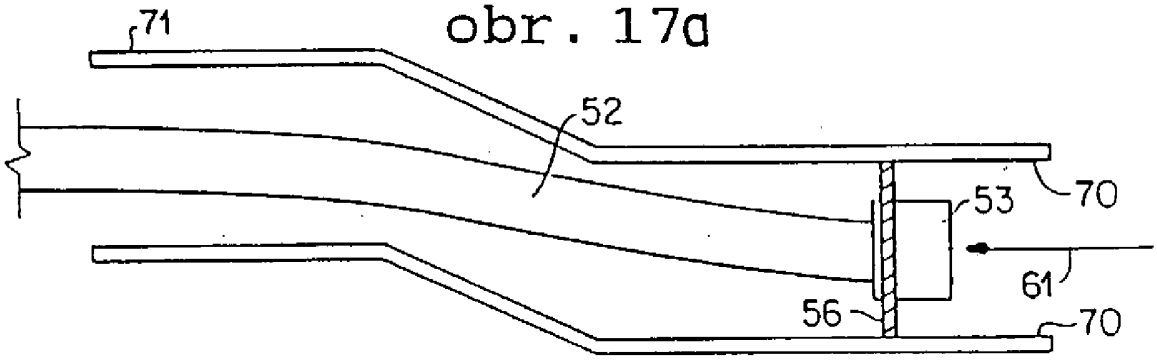
2402-17

PŘIL.
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ
2 6. X. 94
00510
0 5 4 3 2 3
6 1

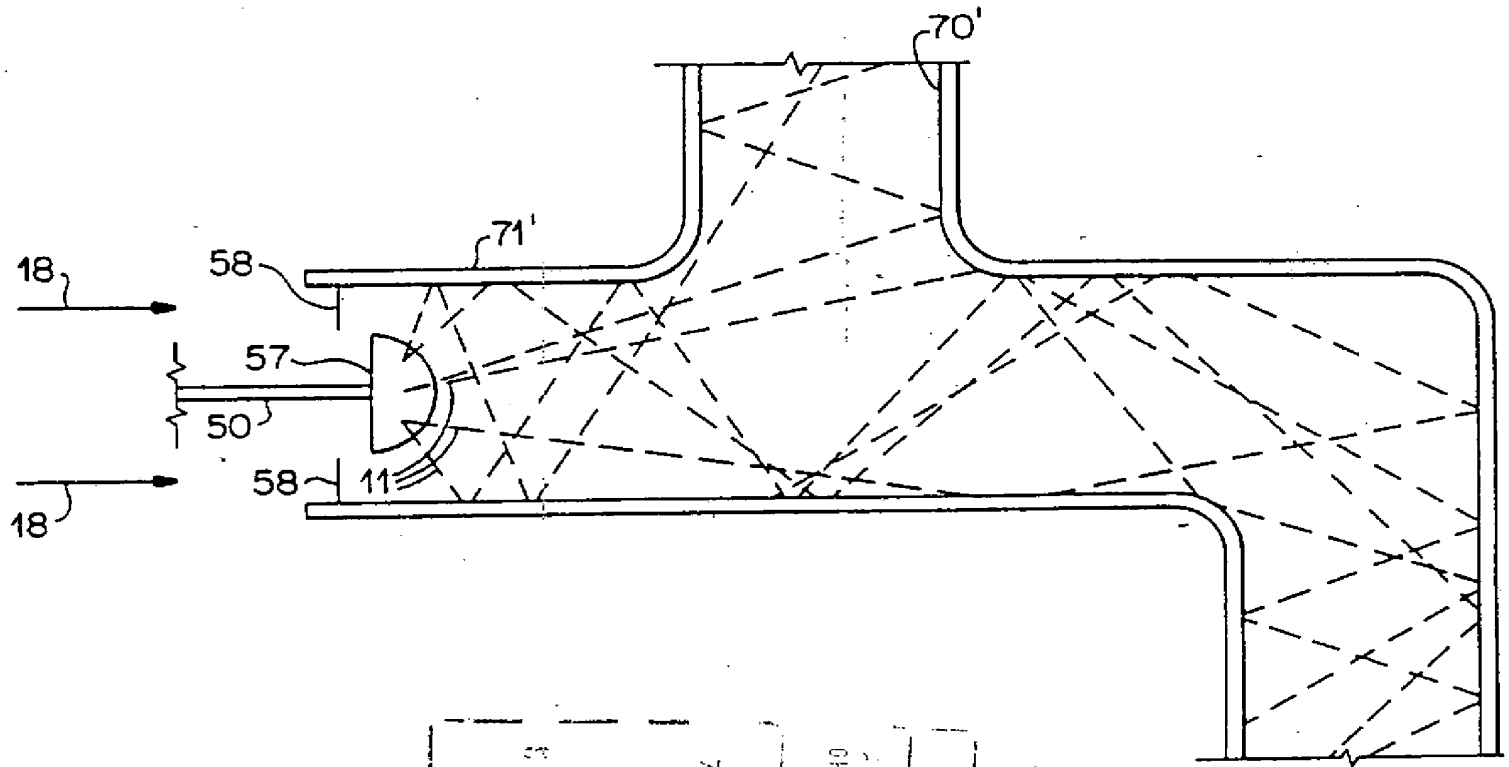
obr. 17



obr. 17a

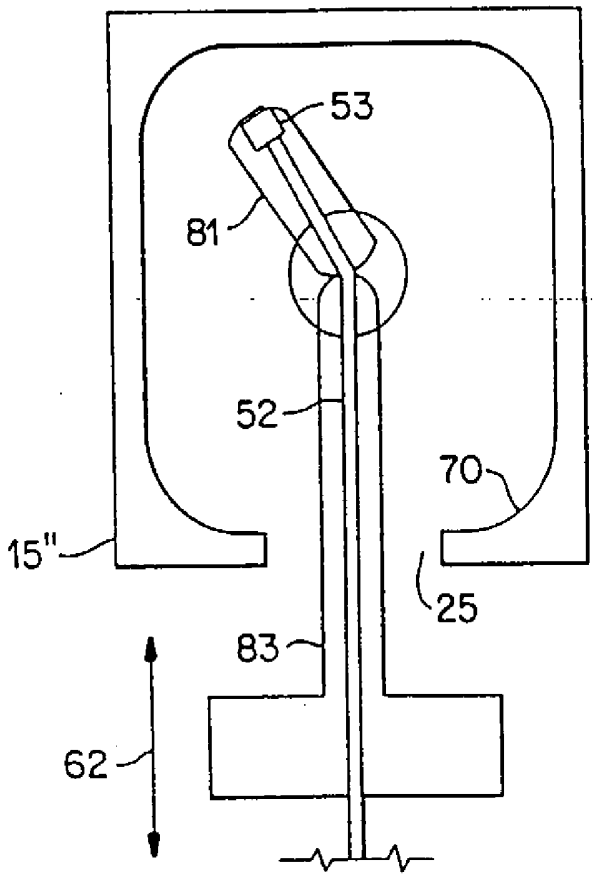


obr. 18

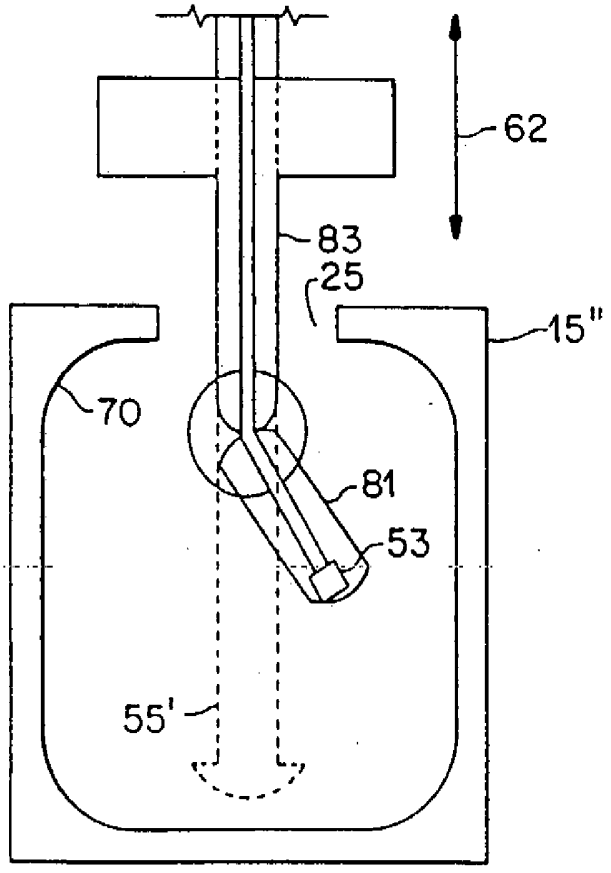


č.j.
DOŠLO
ÚŘAD
PŘÍL.

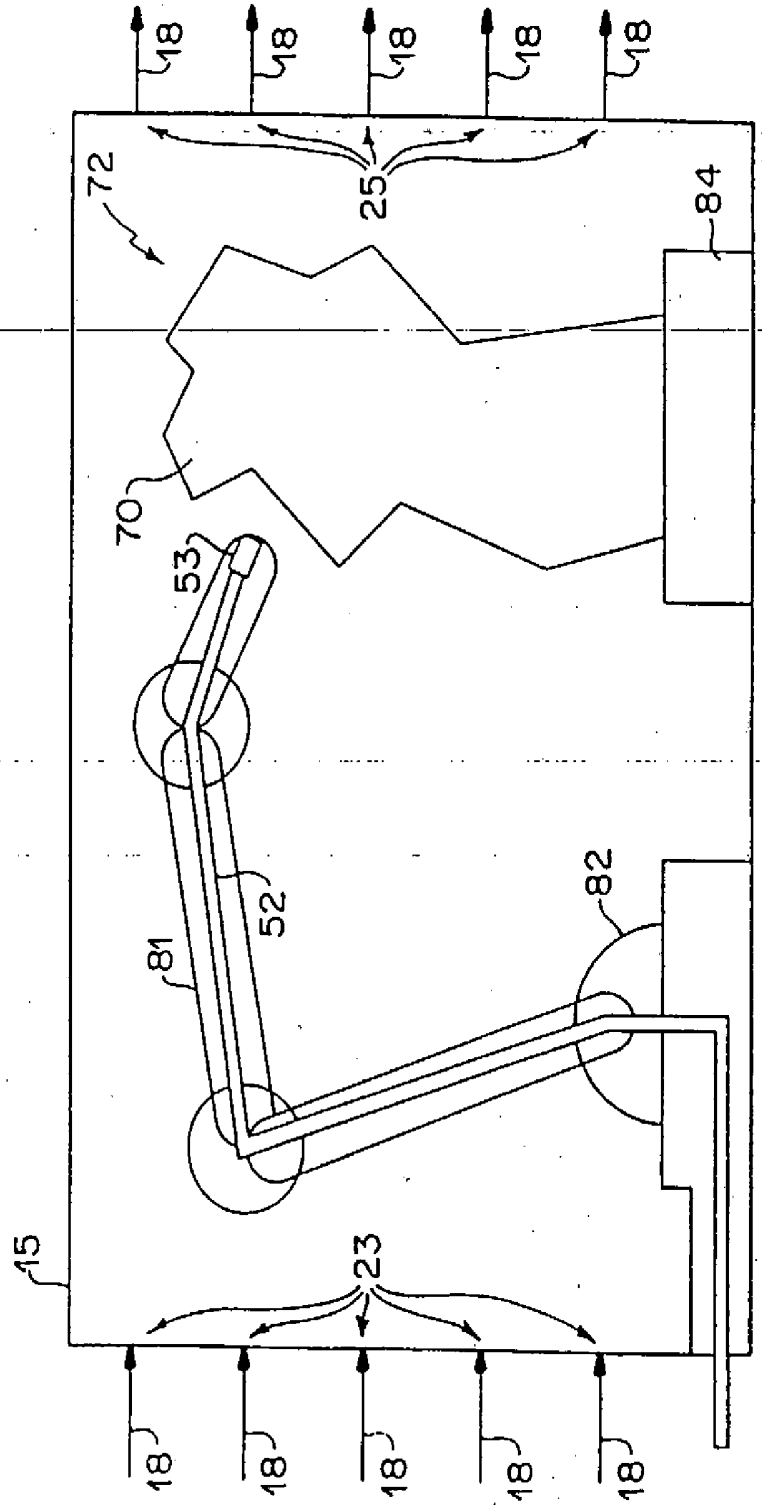
obr. 19



obr. 20

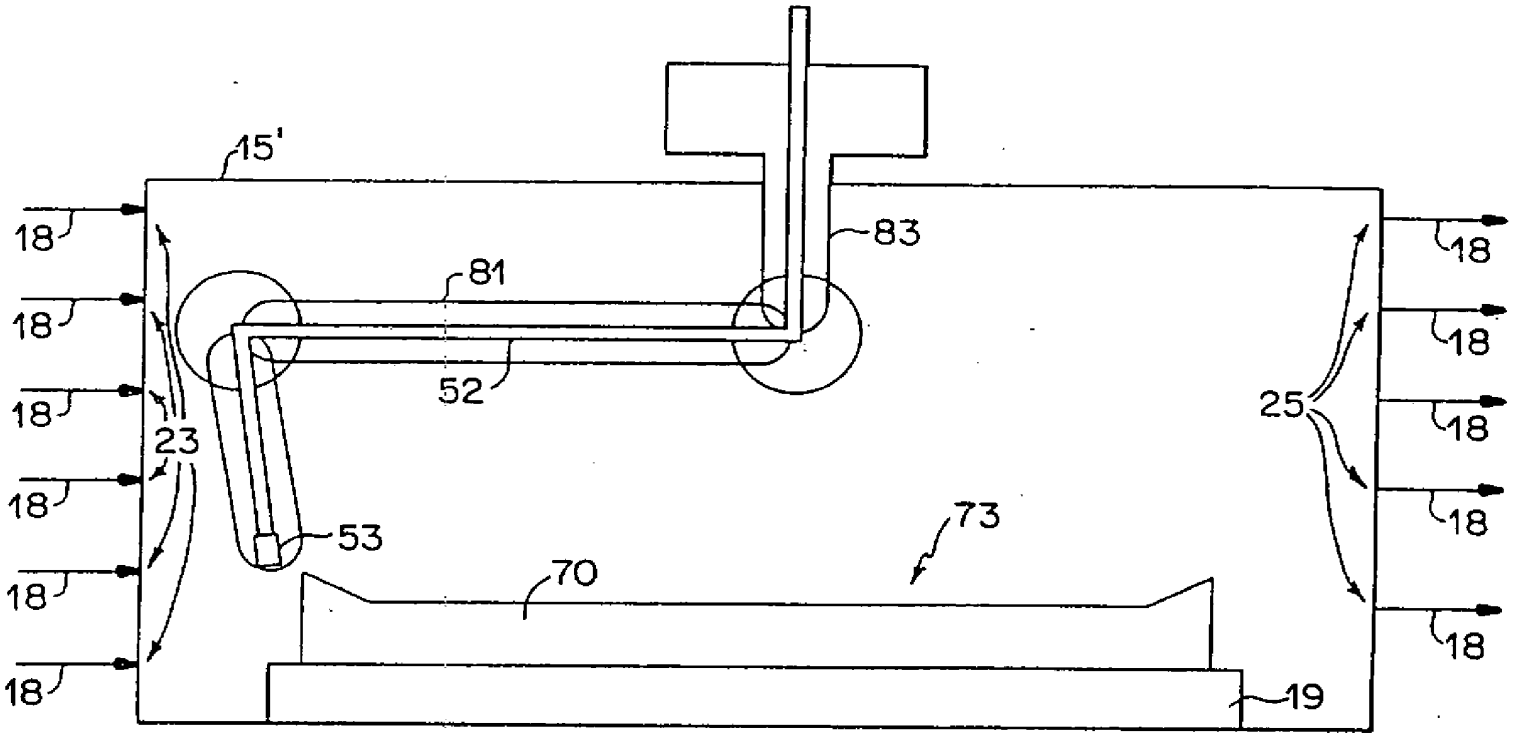


ÚŘAD
PŘEDNÁŠEJÍCÍHO
VLASTNICTVÍ
PŘIL.
25. X. 94
OOŠLO
č.j. 6 5 4 3 2 3



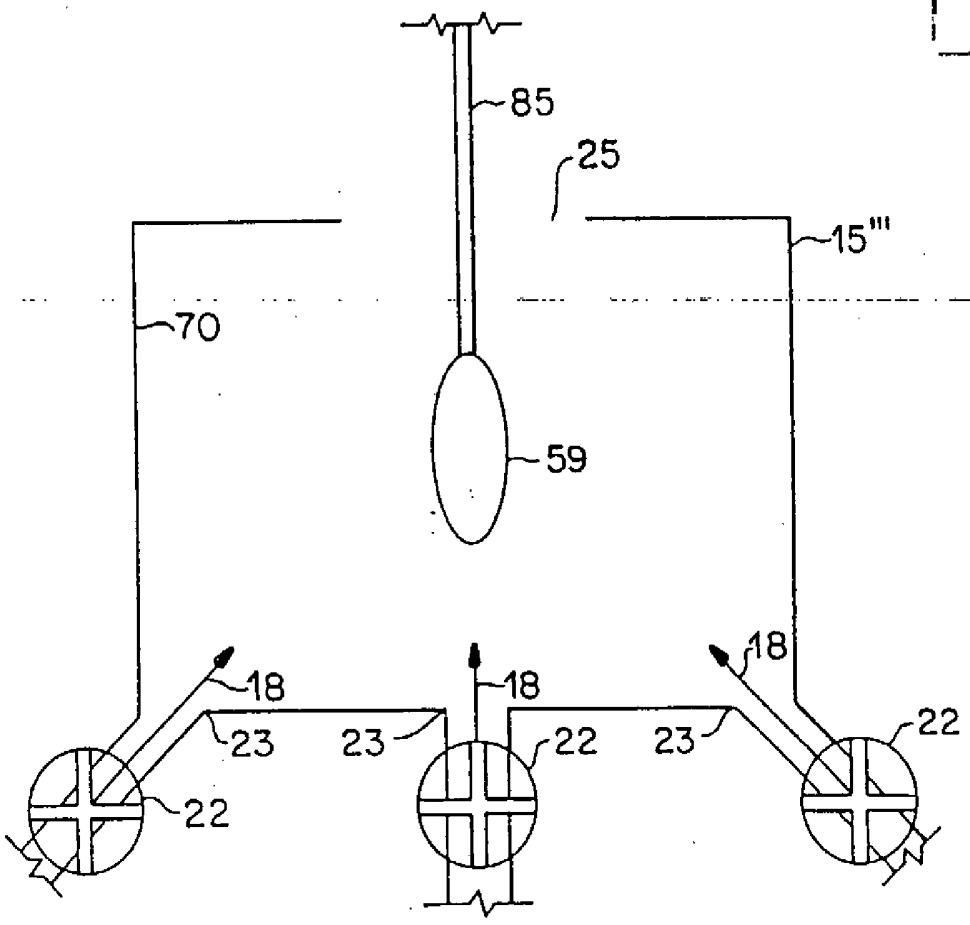
obr. 21

obr. 22



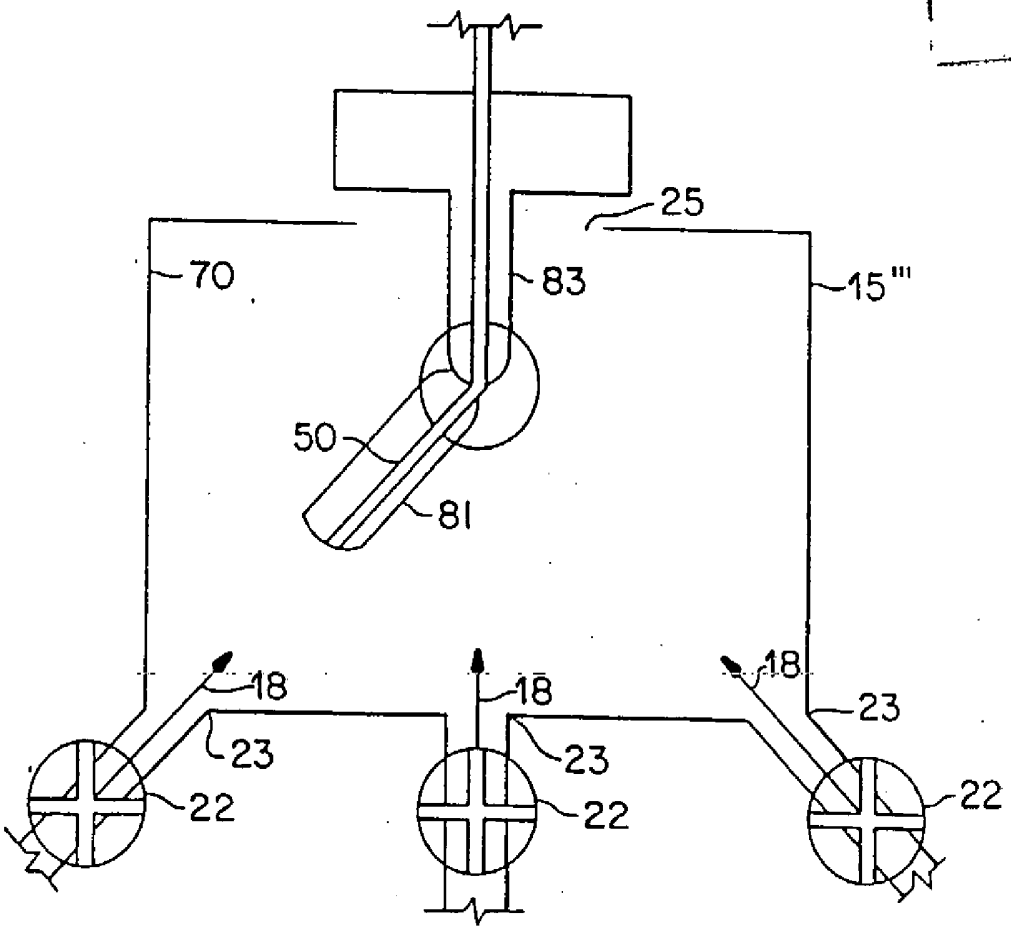
č.j.
3 5 4 3 2 3
DOŠLO
25. X. 94
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
PŘÍL.

obr. 23



PŘIL.
VLASTNICTVÍ
PROMYSLOVÉHO
ÚŘADU
25. X. 94
Došlo
0 5 4 3 2 3
č.j.

obr. 24



obr. 26

obr. 25

PŘIL.
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ
ÚŘAD
25. X. 94
DOŠLO
č.j.