



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

207683

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
B 23 K 7/00

- (22) Přihlášeno 10 05 77
(21) (PV 6401-78)
(32) (31)(33) Právo přednosti od 10 05 76
(684833) Spojené státy americké
(40) Zveřejněno 15 09 80
(45) Vydáno 15 06 84

(72) Autor vynálezu

ENGEL STEPHEN AUGUST, SHENOROCK a FUHRHOP RONALD ELMER, SUFFERN,
NEW YORK (Sp. st. a.)

(73) Majitel patentu

UNION CARBIDE CORPORATION, NEW YORK, NEW YORK (Sp. st. a.)

(54) Přístroj pro zahájení mžikové termochemické reakce na povrchu
odokujňovaného kovového obrobku

1

Vynález se týká obecně přístroje pro zahájení mžikové termochemické reakce na povrchu odokujňovaného kovového obrobku s loupacím strojem obsahujícím loupací jednotku s alespoň jedním otvorem pro vypouštění předeřhřivacího plamene a nejméně jednou tryskou pro odokujňovací kyslík, jejíž střední osa je namířena směrem k povrchu loupaného kovového obrobku.

Zejména vynález týká se vyvolávání mžikových zahájení nebo "letmých" startů pro loupací děje. Takový start je skutečně mžikové zahájení termochemické reakce na obrobku, který se pohybuje vůči loupacímu stroji normální loupací rychlostí, tj. obvykle rychlostí od asi 6 až 45 m/min.

Dlouho bylo používáno kovových tyčí pro dosažení rychlejších startů při ručních loupacích operacích. Zde musí být obrobek nepohyblivý a manipuluje se jak s proudem odokujňovacího kyslíku, tak i s úhlem hořáku a tyče.

Jsou také známy letmé starty prováděné za pomoci kovového prášku a elektrodou připojenou na proud. Rychlé opotřebení zařízení dopravujícího prášek způsobuje, že starty pod práškem jsou nespolehlivé. Problémy spojené se starty ovládané elektrickou energií jsou poměrně složité.

Jsou také známa zařízení s přenesenými nebo i nepřenesenými elektrickými oblouky, avšak ta se ukázala jako nepraktická. V každém případě bylo dosud stále nutné použít pomocného materiálu, jako kovového prášku nebo drátů pro uvedení obrobku na zápalnou teplotu.

Vynález je založen na zjištění, že laserový paprsek s vysokou intenzitou může být zaostřen na velmi malé místo na kovovém povrchu, popřípadě obrobku určeném k čištění,

příčemž na toto místo již naráží intenzivní paprsek kyslíku nebo vchází současně do styku s takovou tryskou a mžikově způsobí, že se zahájí termochemická reakce na takovém velmi malém místě a potom se rozšíří až na úplný místní loupací zářez, který je obvykle široký 6 až 25 mm. Bylo známo, že laserový paprsek může uvést malou plochu mžikově na teplotu tavení. Avšak bylo neočekávaně zjištěno, že takové malé mělké místo roztaveného kovu může být rozšířeno kyslíkovým paprskem o vysoké intenzitě na plnou šířku místního loupacího průpichu. Bylo přepokládáno, že kyslíkový paprsek o vysoké intenzitě odfoukne takové malé množství roztaveného kovu dříve než se zahájí termochemická reakce, nebo že ochladí příslušné místo dostatečně, takže se reakce nezahájí.

Účelem vynálezu proto je vytvořit jednoduchý a spolehlivý přístroj, který by byl schopen vyvolat mžikové čili letmé starty na odokujňovaném obrobku, bez použití pomocného materiálu nebo elektrického oblouku.

Podstata vynálezu záleží v tom, že na loupacím stroji je uložena rozšiřovací tryska pro kyslík o vysoké intenzitě, umístěná před loupací jednotkou se střední osou namířenou v úhlu k povrchu obrobku v předem určené vzdálenosti před střední osou trysky pro odokujňovací kyslík, a kromě toho je tam umístěna laserová jednotka, se kterou je sdružena optická soustava pro zaostření laserového svazku generovaného laserovou jednotkou na povrchu obrobku v blízkosti průsečíku průmětu střední osy rozšiřovací trysky s povrchem obrobku.

Podle dalšího provedení vynálezu je laserová jednotka impulsový laser.

Podle výhodného provedení vynálezu je laserová jednotka polovodičový laser.

Podle účelného provedení vynálezu je laserová jednotka krystal Nd-YAG.

V zásadě jsou dva různé typy laseru, tj. lasery s kontinuální vlnou a impulsové lasery. Impulsové lasery, jak jejich název naznačuje, uvolňují svou energii ve velmi krátkých nárazech o vysoké intenzitě. Mžikové starty podle vynálezu jsou přerušované stejně jako impulsový laser. Z toho důvodu jsou impulsové lasery pro vynález výhodnější. Je však zřejmé, že pro vynález lze užít i laserů s kontinuální vlnou tím, že se takový laser promění na impulsový, pomocí nějakého jiného ekvivalentního zařízení.

Vynález tím vytváří jednoduchý a spolehlivý přístroj, který je schopen vyvolat mžikové čili letmé starty na odokujňovaném obrobku, bez použití pomocného materiálu (například prášku nebo drátu) nebo elektrického oblouku, jako tomu je u dosavadních zařízení. Provedení místní loupací zářez je mžikový, individuální a bezotřepový.

Vynález bude blíže vysvětlen na příkladu provedení znázorněném na výkresech, kde na obr. 1 je nárys znázorňující přístroj pro vytváření jednotlivého bezotřepového místního loupacího zářezu se mžikovým startem podle vynálezu, na obr. 2 je pohled zepředu na otvor trysky odokujňovacího kyslíku podle čáry 2-3 z obr. 1, obr. 3, 4, 5 a 6 znázorňují schematicky sled reakcí, pozorováno shora podél čar 3-3 z obr. 1, přičemž tento sled nastane na obrobku, když se provede mžikový start přístrojem podle vynálezu, obr. 7 znázorňuje v šikmém průmětu přístroj k provádění vynálezu uložený vetknutým způsobem za účelem dálkového řízení, obr. 8 a 9 znázorňují pozměněné provedení přístroje podle obr. 7, obr. 10 znázorňuje v šikmém průmětu další výhodné provedení přístroje podle vynálezu, totiž větší množství navzájem sousedících loupacích jednotek k provádění mžikově zahájeného selektivního mnohazářezového místního loupání celé šířky obrobku v jediném průpichu, obr. 11 je pozměněný tvar laserového uspořádání znázorněného na obr. 10, na obr. 12 je pohled na přední stranu otvorů trysky odokujňovacího kyslíku použité v loupacích jednotkách znázorněných v obr. 10, a na obr. 13 je pohled shora na obr. 10 a znázorňuje způsob, jakým přístroj funguje, aby se vytvořil větší počet mžikově zahájených místních loupacích zářezů v jediném průchodu na celé šířce obrobku.

Podle obr. 1 je laserová jednotka 1, obsahující zaostřující čočku 4, uložena buď na loupacím stroji, nebo od něho odděleně a uspořádána tak, že laserová skvrna přichází do styku s povrchem obrobku W v bodě A, což je bod, kde má začít místní odokujňovací reakce, právě před vadným místem. Kyslíková rozšiřovací tryska 2 může být obyčejná tryska s kulatým otvorem 1 až 5 cm. Bude vytvářet kaluže o šířce asi 5 až 25 cm. Tryska 2 je na výstupním konci nakloněna v úhlu k povrchu obrobku, takže průmět přední čáry kyslíkového paprsku (nadále označovaný jako bod dopadu kyslíku) 30, vystupujícího z rozšiřovací trysky, narazí na povrch obrobku v bodě B.

Bod A může být před bodem B a může být také za bodem B jako bod C. Bod C je průmět vnitřního průměru rozšiřovací trysky 2. Loupací jednotka 3 sestává z obvyklého horního a dolního předehřívacího bloku 12, popřípadě 13, které mohou být opatřeny řadou otvorů 14 a 15 pro předehřívací plameny, mísené předem nebo dodatečně, s vhodnými průchody pro plyn. Štěrbina trysky 16 odokujňovacího kyslíku je tvořena dolním povrchem 17 horního předehřívacího bloku 12 a horním povrchem 18 dolního předehřívacího bloku 13.

Štěrbinová kyslíková tryska 16 končí ve výstupním otvoru 19. Za účelem vytvoření jednotlivého bezotřepového místního loupacího zářezu má otvor 19 tvar znázorněný v obr. 2. Kyslík a topný plyn se dodávají do loupací jednotky 3 přívodními vedeními 20 a 21, popřípadě známými pomůckami.

Přístroj znázorněný na obr. 1 působí takto: nejdříve se předehřívací plameny vycházející z loupací jednotky 3 zapálí tím, že se vypustí proud topného plynu z řady předehřívacích otvorů 14 a 15 a slabý tok plynného kyslíku otvorem 19. Tyto předehřívací plameny, naznačené čarami 22, narazí na povrch obrobku a jsou odchylovány vzhůru a nazpět. Když se vadná oblast, která má být odstraněna nebo odloupena z pohybujícího se obrobku W, dostane na malou vzdálenost před bod B, vypustí se z trysky 2 paprsek kyslíku o vysoké intenzitě a narazí na bod B na povrchu obrobku.

Když vadná oblast dojde do bodu A, uvede se laserový svazek do impulsů a způsobí, že uvedené místo okamžitě dosáhne zápalné teploty, čímž se zahájí mžiková čistící reakce. Kyslíkový paprsek z trysky 2 způsobí, že malá kaluž vytvořená laserovým impulsem se velmi rychle rozšíří na svou plnou šířku, přičemž v této době se tryska zastaví a proud čistícího kyslíku z otvoru 19, namířený na bod B na povrchu obrobku, se zvýší na jeho loupací rychlost, aby převzal reakci od rozšiřovací trysky. Proud odokujňovacího kyslíku se udržuje tak dlouho, pokud je zapotřebí provádět loupací zářez.

Je třeba poznamenat, že i když na obrázku je bod A za bodem B, může se tato vzdálenost měnit, takže bod A může být za bodem B ve vzdálenosti od asi 10 cm až na vzdálenost, která je určena průmětem vnitřního průměru trysky 2, viz bod C. Vzdálenost mezi body A a B je s výhodou taková, že bod A je přibližně 1 cm před bodem B. Optimální rozsah vzdálenosti mezi body A a B závisí na úhlu alfa, ve kterém je kyslíkový paprsek směřován na povrch obrobku, a na velikosti trysky paprsku.

Obr. 3 až 6 znázorňují jak se provádějí mžikové nebo letmé starty podle vynálezu.

Obr. 3 představuje okamžik, kdy se laserový svazek uvede do styku s bodem A, což je bod, kde má začít místní loupací průpich. Šipka znázorňuje směr, ve kterém postupuje obrobek W rychlostí přibližně 15 cm/min. Současně vyvolá kyslík z rozšiřovací trysky 2 zapálení povrchu obrobku. To zase roztaví oblast 23, obklopující bod A. Mžikový start je zahájen.

Obr. 4 znázorňuje stejnou oblast přibližně o jednu čtvrtinu sekundy později a znázorňuje, jak se roztavená kaluž 24 začne rozšiřovat působením kyslíkového paprsku z rozšiřovací trysky vějířovitým tvarem.

Obr. 5 znázorňuje vadnou oblast přibližně o polovinu sekundy později než obr. 3. Oblast 25 znázorňuje roztavenou kaluž, která je rozprostřena na pohyblivém se obrobku W trvalým vypouštěním kyslíku z rozšiřovací trysky 2. Když byla kaluž rozšířena na její maximální šířku přibližně 25 cm, zastaví se kyslík z rozšiřovací trysky 2 a zvětší se přítoková rychlost odokujňovacího kyslíku z loupací jednotky 1. Tento proud pokračuje v loupání v oblasti 26.

Způsob jakým reakce postupuje, je patrný na obr. 6, který představuje reakci přibližně o jednu sekundu později než obr. 3. Oblast 27 byla oloupana, oblast 28 je roztavena, avšak kov ještě nebyl odstraněn a oblast 29 obsahuje směs strusky a roztaveného kovu. V době znázorněné na obr. 6 byl proud rozšiřovacího kyslíku zastaven a provádí se loupací řez v plné šířce loupací jednotkou 1. Je důležité upozornit, že šířka zářezu z loupací trysky je stejná jako šířka, na kterou rozšiřovací tryska 2 rozšiřuje kaluž.

Obr. 7 znázorňuje šikmý průřez přístroje podle obr. 1, který je uložen konzolovitě, aby loupací přístroj byl pohyblivý jak v bočním směru napříč šířky obrobku W, tak i podélně po jeho délce. Vodorovný formový člen 31 je pevně připevněn k pultu 32 uloženému na kolejnicích. Pult 32 pracovníka obsahuje řídící ústrojí pro činnost přístroje, včetně řízení laseru, kyslíku vypouštěného z rozšiřovací trysky 2, jakož i kyslíku a topných plynů, které jsou dodávány do loupací jednotky 1 přívodními vedeními 20, popřípadě 21.

Pult 32 je bočně pohyblivý podél obrobku W na kolejnicích 33. Ozubnice 34 je pevně připojena k jedné z kolejnic, je v záběru s motorem poháněným neznázorněným pastorkem uloženým pod pultem 32 a umožňující, aby celá konzolovitě uložená loupací soustava a pult 32 byly řízené pohyblivě podél kolejnic 33. Loupací soustava, sestávající z loupací jednotky 1, trysky 2 a laserové soustavy 5, je pevně připojena k vozíku 37, který se posouvá nahoru a dolů na desce 38, která zase je pevně připojena ke skříni 40. Motor 39 slouží k řízenému zvedání a spouštění loupací soustavy neznázorněným uspořádáním ozubnice a pastorku, přičemž ozubnice je pevně připojena k desce 38.

Loupací soustava a skříň 40 mohou být také mechanicky pohybovány napříč šířky obrobku W motoricky poháněným pastorkem 35, který zabírá s ozubnicí 36, pevně připojenou k rámu 31.

Přístroj znázorněný v obr. 7 může být použit k selektivnímu místnímu odstraňování nahodile umístěných vad na povrchu obrobku tím, že se pohybuje ve stejné čáře s vadou a potom postupuje podélně přes vadnou oblast. Oblast 41 znázorňuje typický místní loupací zářez provedený znázorněným přístrojem.

Obr. 8 znázorňuje další možnost umístění laserové hlavy 5. V tomto vyobrazení jsou součástky obdobné součástkám na obr. 7 označeny stejnými vztahovými značkami. Laser sám je umístěn zvlášť. Použitím optického uspořádání, v tomto případě hranolu s úhlem 90°, směřuje se laserový svazek na bod B od pravé strany obrobku. V uspořádání znázorněném na obr. 9 je tryska 2 namířena na bod B z pravé strany obrobku B a způsobuje, že kaluž se posouvá směrem k levé straně obrobku před loupací jednotku 1. Toto uspořádání umožňuje rozšířit výchozí kaluž rychleji na širší oblast a umožnit provedení širšího loupacího zářezu než s uspořádáním trysky o stejných rozměrech, jak je znázorněno v obr. 7 a 8.

Obr. 10 znázorňuje v šikmém průřezu větší počet loupacích jednotek opatřených tryskami pro provádění selektivního mnohazářezového místního loupání s mžikovými nebo letnými starty na celé šířce obrobku W v jediném průpichu. Soustava loupacích jednotek 51, laserová hlava 52 s četnými optickými ústrojími a rozšiřovací tryska 53 jsou všechny pevně uloženy na pohyblivém vozíku 54, který poježdí po kolejnicích 55 a 56 prostřednictvím pohybového ústrojí, například ozubnice a pastorku. Kolejnice 55 a 56 jsou pevně uloženy na nosných členech 54. Laserová soustava 52 může obsahovat skříň H proplachovanou dusíkem nebo jiným plynem. Ve skříni H jsou v předem určených intervalech umístěny hranoly P s úhlem 90°, částečně propouštějící a částečně odrážející. Hranoly umožňují štěpení energie laserového svazku a její rozdělení na větší počet míst na povrchu obrobku. Jiná možnost je použít

zrcadel s úhlem 90° , která jsou zařazena do dráhy svazku nebo mimo dráhu svazku za účelem směrování svazku k žádanému místu. Lze ovšem užít jakékoliv optické soustavy na zásadě buď štěpení nebo výběru svazku.

Obr. 11 znázorňuje další provedení přístroje podle obr. 10. U tohoto provedení směřuje jedno zrcadlo M laserový svazek od laserové hlavy L na větší počet pevných zrcadel F uložených tak, že směřují svazek dopadající na tato zrcadla na povrch obrobku W zaostřující čočkou G.

Obr. 12 znázorňuje přední stranu loupacích jednotek užitých pro skupinové loupací trysky podle vbr. 10. Tyto trysky obsahují každá řadu horních a dolních otvorů 61 pro palivový plyn nad nebo pod výstupním otvorem 63 pro odokujňovací trysku. Okraje otvoru 63 jsou částečně uzavřeny koncovými stěnovými členy 64.

Obr. 13 je pohled znázorňující způsob jakým přístroj podle obr. 10 a 11 působí za účelem vytvoření selektivních mnohazářezových místních loupacích zářezů s letnými starty na obrobku W. Každá z loupacích jednotek obsahuje kyslíkovou rozšiřovací trysku 53 a optickou soustavu s hranoly P a zaostřovacími čočkami v trubici T a ke každé loupací jednotce je upraveno ústrojí pro přívod kyslíku a topného plynu.

Oblasti obsahující vady na povrchu obrobku W, které mají být místně odstraněny, jsou označeny 81, 82, 83 a 84 a 85. Přilehlé loupací jednotky nyní označené značkami 71, 72, 73 a 75, jsou uváděny do styku s obrobkem v loupacích oblastech 81, 82, 83, 84 a 85 podle potřeby. Například když jednotka 74 dojde k přednímu konci 76 v oblasti 84, musí zůstat v činnosti, až dosáhne zadního konce 87 oblasti 84, přičemž v tomto okamžiku se jednotka 84 odpojí.

P ř í k l a d

Množství laserové energie potřebné k provádění tohoto vynálezu bude kolísat v závislosti na takových proměnných, jako je loupací rychlost, složení a teplota obrobku, proudění a čistota kyslíku, atd. Avšak za účelem ilustrace zásad vynálezu pro použití odborníky bude nyní podán příklad jedné možnosti provádění vynálezu.

Bylo použito zařízení znázorněného v obr. 1. Šířka loupací jednotky byla 15 cm. Proud kyslíku otvorem 19 byl $570 \text{ m}^3/\text{hod}$. Proud topného plynu byl $40 \text{ m}^3/\text{hod}$. Rychlost obrobku vůči loupací jednotce byla 14 m/min. Kyslíková rozšiřovací tryska měla okrouhlý průřez a měla vnitřní průměr 22 cm. Úhel trysky k oceli byl 50° . Proud kyslíku z rozšiřovací trysky byl $850 \text{ m}^3/\text{hod}$. Laser byl polovodičový impulsový laser Nd-YAG. Průměr svazku vystupujícího z laseru byl 1 cm. Rozbíhavost svazku byla 5 miliradiánů. Šířka laserového impulsu byla 1,0 mikrosekundy. Energie laseru byla 50 joulů. Velikost laserové skvrny měla průměr 2,0 mm a laserová skvrna A byla 1 cm před průmětem B střední čáry rozšiřovací trysky. Čočky o ohniskové vzdálenosti 50 cm bylo použito pro zaostření svazku na jedno místo.

Při práci byl zapálen plamen loupací jednotky a zahájen relativní pohyb mezi loupací jednotkou a obrobkem. Signál pro započetí místního loupání zahájil proud z rozšiřovací trysky a když bylo dosaženo plného proudu, byl laser uveden do impulsů za vytvoření roztaveného místa v oceli a mžikového zahájení termochemické reakce. Přibližně 1/2 sekundy po laserovém impulsu byl proud kyslíku z rozšiřovací trysky postupně zastavován, takže 3/4 sekundy po impulsu byl tok rozšiřovací trysky nulový. Odokujňovací proud byl spuštěn tak, že alespoň 50 % plného proudu bylo dosaženo, když laser fungoval. Odokujňovací kyslík potom udržoval loupací průpich, až tento průpich byl ukončen předem určeným signálem.

Lze také použít dvou nebo více kyslíkových paprsků ze dvou nebo více trysek o různých tvarech a velikostech, za účelem rozšíření roztaveného místa vytvořeného laserem na jakoukoliv žádanou šířku místního loupání. Dále lze užít dvou nebo více laserových hlav, je-li to zapotřebí nebo žádoucí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

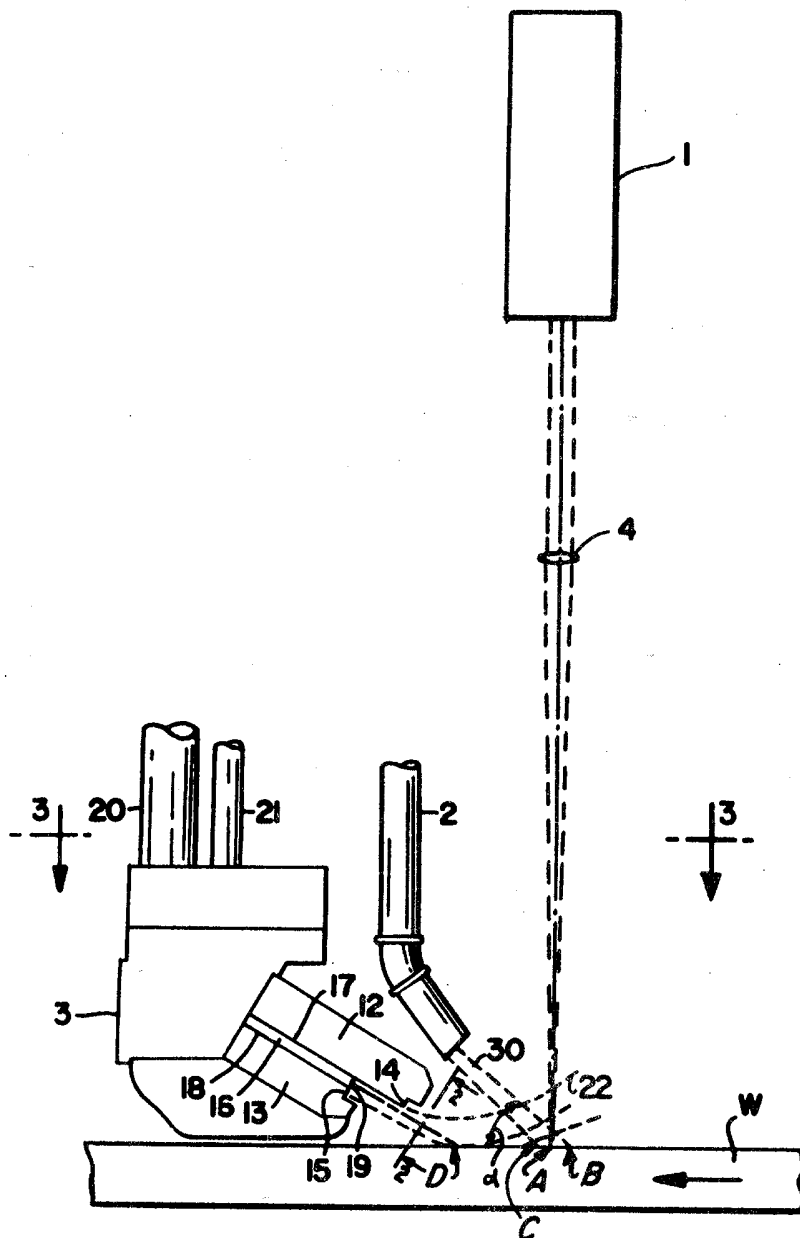
1. Přístroj pro zahájení mžikové termochemické reakce na povrchu odokujňovaného kovového obrobku s loupacím strojem obsahujícím loupací jednotku s alespoň jedním otvorem pro vypouštění předehřívacího plamene a nejméně jednou tryskou pro odokujňovací kyslík, jejíž střední osa je namířena směrem k povrchu loupání kovového obrobku, vyznačující se tím, že na loupacím stroji je uložena rozšiřovací tryska (2, 53, 76) pro kyslík o vysoké intenzitě, umístěná před loupací jednotkou (3, 51, 71 až 75) se střední osou namířenou v úhlu k povrchu obrobku v předem určené vzdálenosti před střední osou trysky pro odokujňovací kyslík, a kromě toho je tam umístěna laserová jednotka (1, 5, 52), se kterou je sdružena optická soustava (4, 6) pro zaostření laserového svazku generovaného laserovou jednotkou (1, 5, 52) na povrch obrobku v blízkosti průsečíku průmětu střední osy rozšiřovací trysky s povrchem obrobku.

2. Přístroj podle bodu 1, vyznačující se tím, že laserová jednotka (1, 5, 52) je impulsový laser.

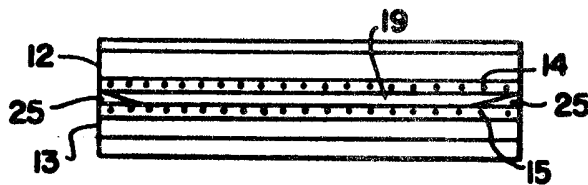
3. Přístroj podle bodu 1, vyznačující se tím, že laserová jednotka (1, 5, 52) je polovodičový laser.

4. Přístroj podle bodu 1, vyznačující se tím, že laserová jednotka (1, 5, 52) je krystal Nd-YAG.

8 listů výkresů

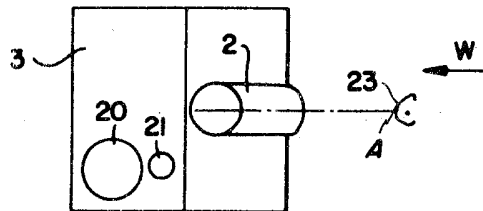


Obr. 1

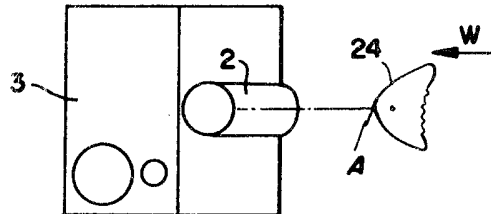


Obr. 2

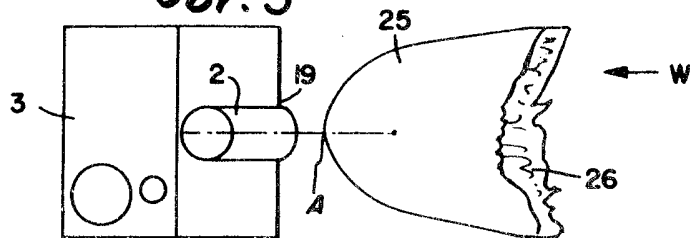
Obr. 3



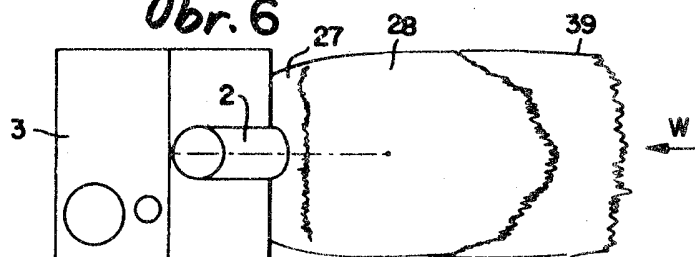
Obr. 4

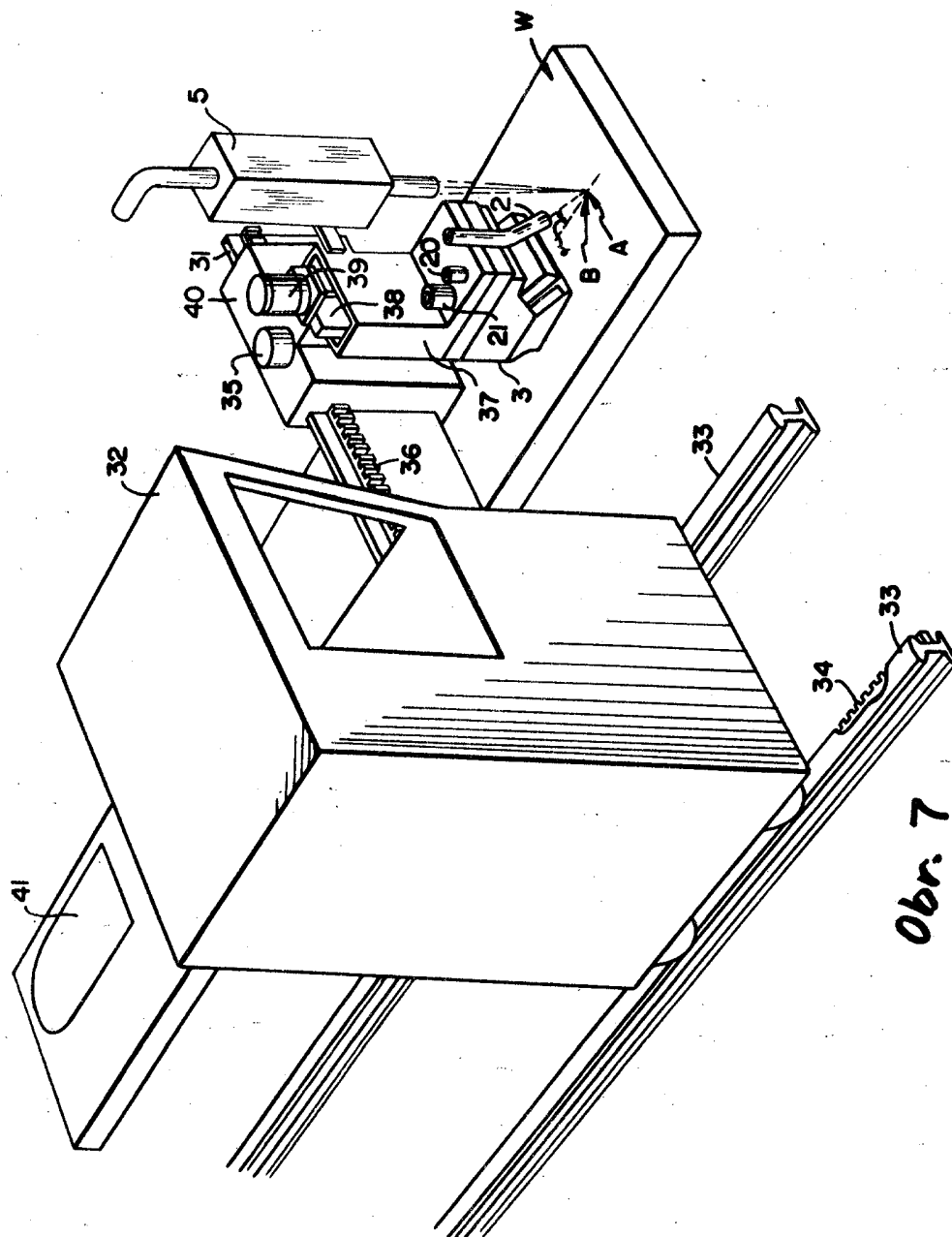


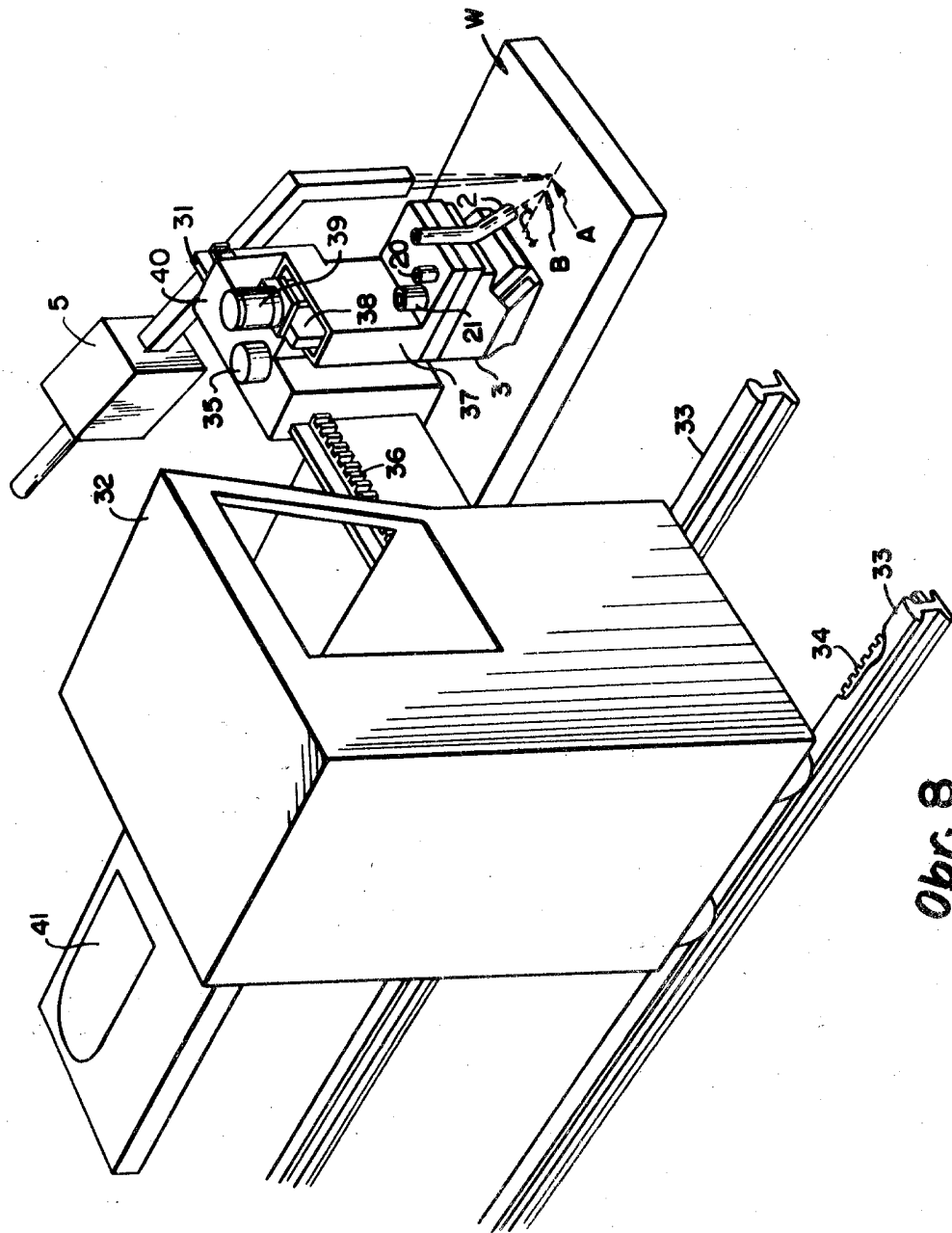
Obr. 5



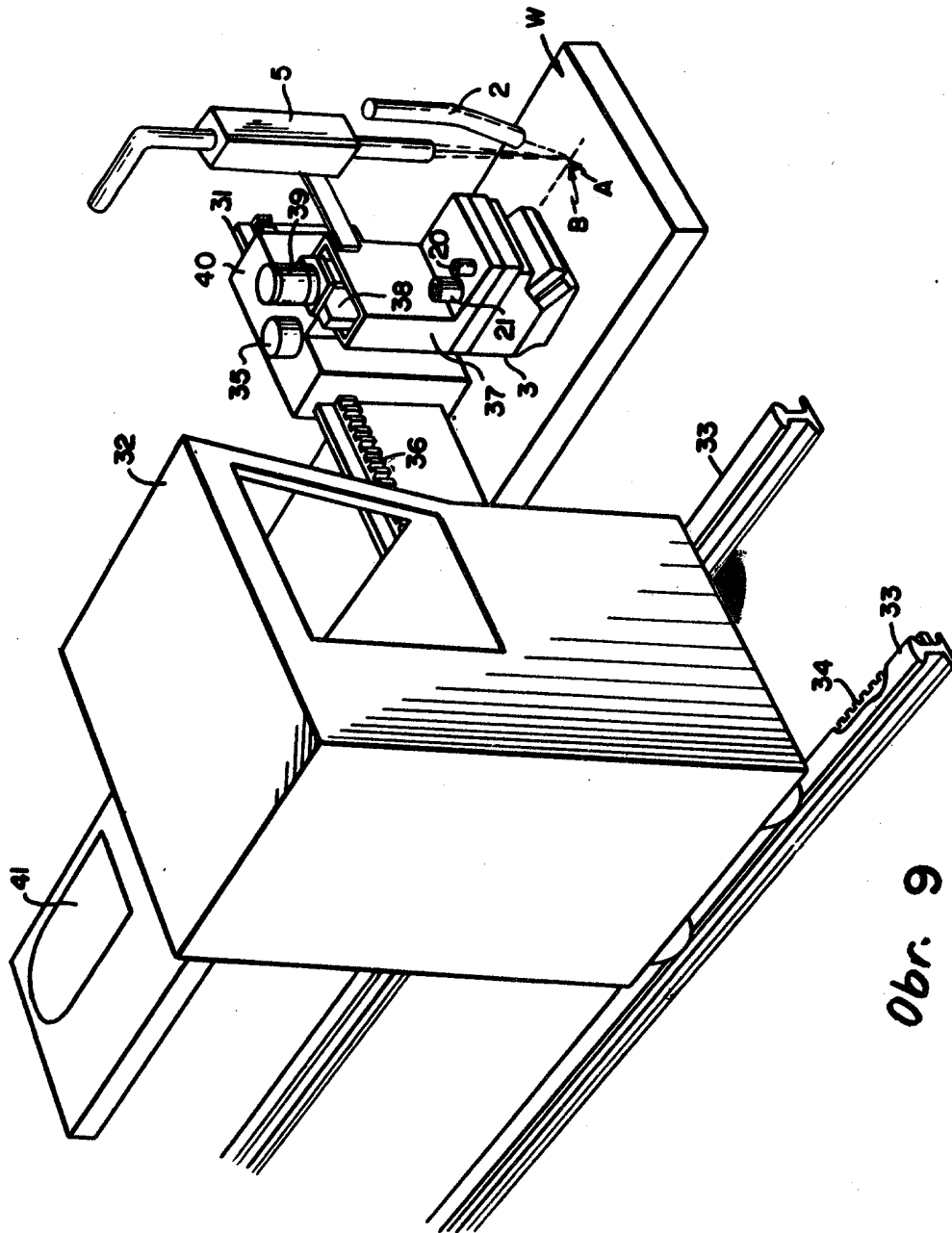
Obr. 6



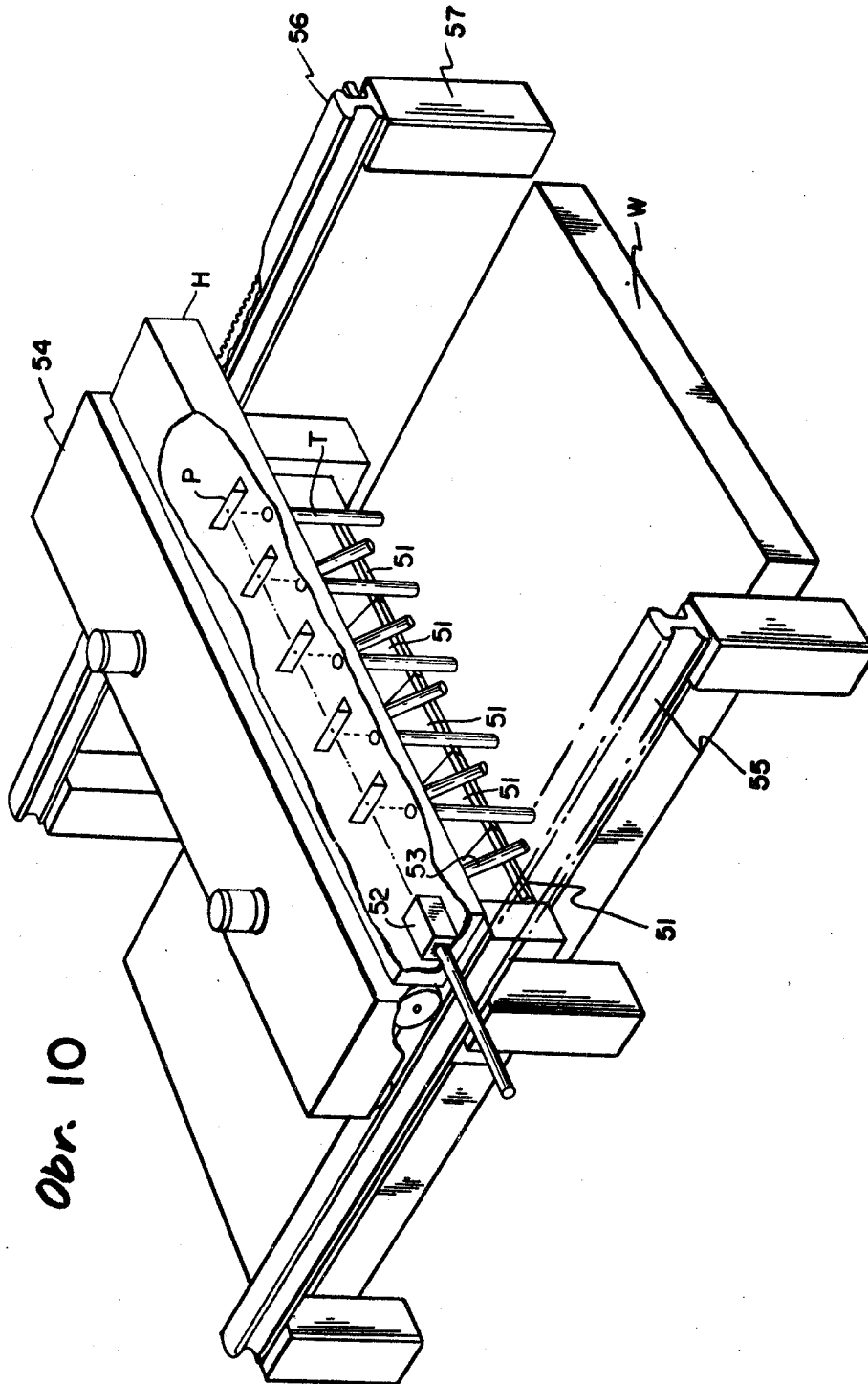




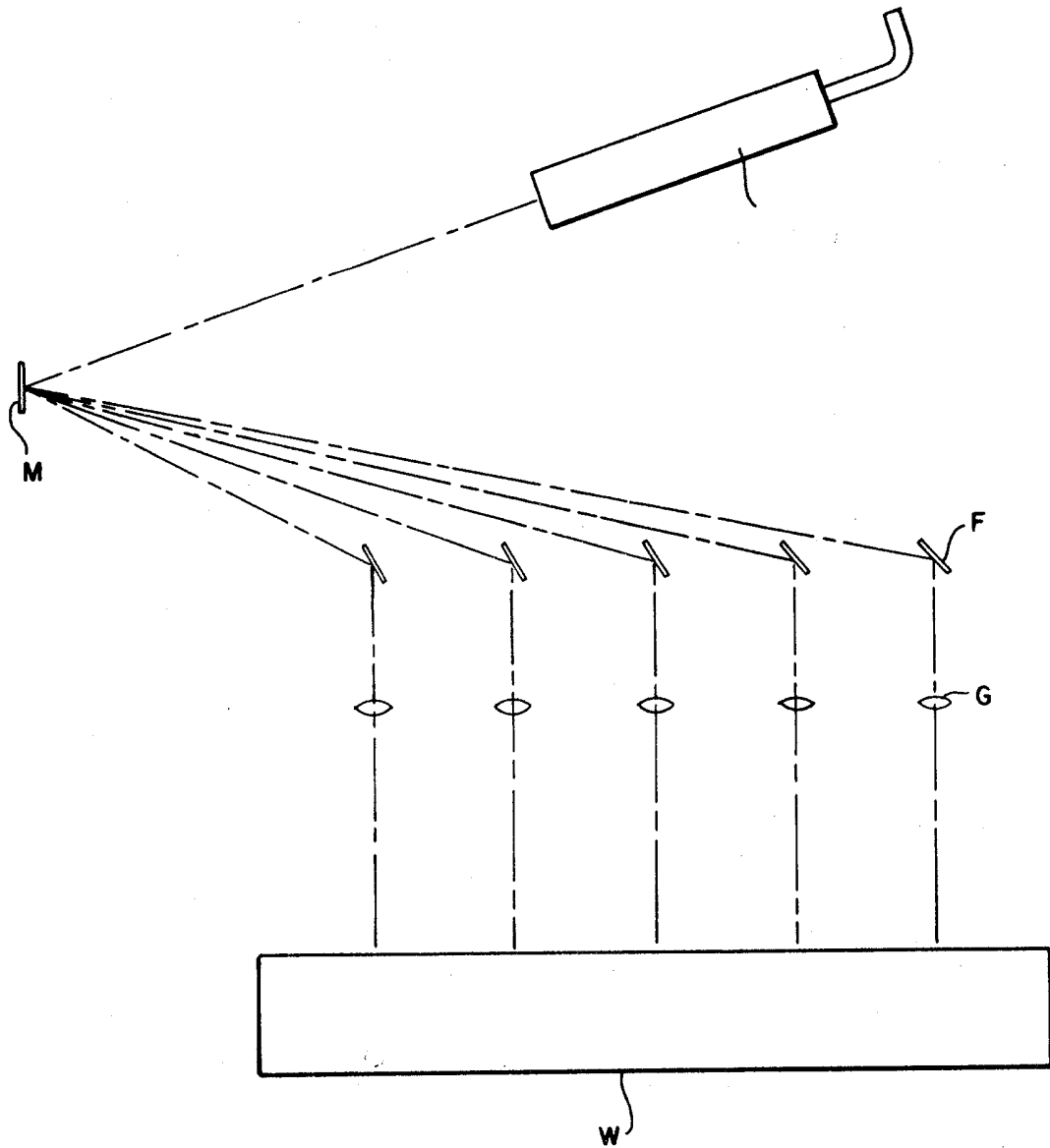
obr. 8



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11

