

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 525

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

B23K 26/064 (2014.01)

B23K 26/21 (2014.01)

B23K 26/044 (2014.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39249**

(22) Přihlášeno: **09.10.2021**

(47) Zapsáno: **09.11.2021**

(73) Majitel:
Ústav přístrojové techniky AV ČR, v.v.i., Brno,
Královo Pole, CZ

(72) Původce:
doc. RNDr. Libor Mrňa, Ph.D., Brno, Slatina, CZ
Ing. Petr Horník, Telč, Telč-Staré Město, CZ
Ing. Mgr. Hana Šebestová, Ph.D., Kyjov, CZ
Ing. Jan Novotný, Byzhradec, CZ
Ing. Petr Jedlička, Ph.D., Brno, Jundrov, CZ

(74) Zástupce:
KANIA, SEDLÁK, SMOLA, s.r.o., Mendlovo
náměstí 907/1a, 603 00 Brno, Staré Brno

(54) Název užitého vzoru:
**Svařovací hlava uzpůsobená pro rozmítání
laserového svazku a sestava obsahující tuto
svařovací hlavu**

Svařovací hlava uzpůsobená pro rozmítání laserového svazku a sestava obsahující tuto svařovací hlavu

5 Oblast techniky

Technické řešení se týká svařovací hlavy uzpůsobené pro rozmítání laserového svazku a opatřené monitorovacím systémem a dále se týká sestavy obsahující tuto svařovací hlavu.

10

Dosavadní stav techniky

V dnešní době se jako jedna z variant technologie laserového svařování používá svařování s rozmítáním svazku. Principem této metody je přidání rozmítací křivky ke svařovací trajektorii. Volbou parametrů rozmítání pak lze ovlivňovat distribuci energie z laserového svazku do svařovaného materiálu a tím i geometrii a případně i mikrostrukturu svarové housenky. Jako rozmítací křivka se typicky používá kružnice, přímka a složitější křivky (z množiny Lissajousových obrazců). Rozmítaný svazek je v rámci této technologie definován třemi parametry:

- 20 - tvarem rozmítací křivky;
- frekvencí rozmítání / periodou rozmítání;
- amplitudou rozmítání.

25 Skládáním rozmítací křivky s pohybem svařovací hlavy po svařované trajektorii vzniká netriviální křivka. Vzhledem k vysoké rychlosti rozmítání, nízké svařovací rychlosti a vlivem šíření tepla v materiálu je tvar svarové housenky definován nikoliv výše uvedenou netriviální křivkou, ale pouze svarovou trajektorií. Rozmítáním svazku však dochází ke zvětšení šířky svaru a změně geometrie průřezu svaru a také ke změnám mikrostruktury svaru (oproti svaru vzniklému bez rozmítání).

30

Při hromadné výrobě se zavedeným systémem řízení kvality je nutné dokladovat, že i v případě výše popsané technologie laserového svařování s rozmítáním svazku proběhlo svaření vyráběného dílu korektně a neodchýlilo se od referenčního svaru s prokázanou kvalitou. Pro tento účel slouží monitory svařovacího procesu, které dokážou během svařování dané součástky určit, zda proces probíhá korektně dle nastavených kritérií. Pro technologii laserového svařování s rozmítáním svazku však doposud tato možnost neexistuje.

35

Podstata technického řešení

40

Nedostatky dosavadního stavu techniky jsou do značné míry eliminovány svařovací hlavou uzpůsobenou pro rozmítání laserového svazku a obsahující:

45

- vstup pro propojení se zdrojem pro vysílání laserového svazku;

- základní galvoskennerovou jednotku uspořádanou v dráze laserového svazku přiváděného ze vstupu a pohyblivou pro jeho přeměnu na rozmítaný svazek;

50

- řídicí jednotku signálově propojenou se základní galvoskennerovou jednotkou pro řízení jejího pohybu;

- polopropustné zrcadlo uspořádané v dráze rozmítaného svazku;

55

- první fokusační čočku, uspořádanou v dráze rozmítaného svazku po jeho odrazu od polopropustného zrcadla; a

- detekční jednotku, která je uspořádána pro snímání zpětně odraženého optického záření od pracovní oblasti svařovaného dílce, tedy optického záření vznikajícího zpětným odrazem rozmítaného svazku, který prošel první fokusační čočkou a dopadl na svařovaný dílec.

5

Svařovací hlava přednostně obsahuje vyhodnocovací jednotku, která je signálově propojená s detekční jednotkou a s řídicí jednotkou. Řídicí jednotka je přitom s výhodou uzpůsobena pro vysílání synchronizačních signálů do vyhodnocovací jednotky za účelem synchronizace signálu reprezentujícího pohyb galvoskenerové jednotky a signálu z detekční jednotky tak, aby mohla vyhodnocovací jednotka vyhodnocovat signál z detekční jednotky v periodách definovaných řídicí jednotkou a provádět jejich porovnávání s nastavenou referenční hodnotou a/nebo s hodnotami z předchozích period.

10

Detekční jednotka je s výhodou fotodioda, nebo vysokorychlostní kamera.

15

Zvlášť výhodné provedení technického řešení obsahuje doplňkovou galvoskenerovou jednotku, která je pro řízení jejího pohybu propojená s řídicí jednotkou a která je uspořádána v dráze laserového svazku mezi zdrojem laserového záření a základní galvoskenerovou jednotkou pro rozmítání laserového svazku přiváděného ze zdroje laserového záření na základní galvoskenerovou jednotku.

20

Svařovací hlava s výhodou obsahuje:

- optický pásmový filtr uspořádaný v dráze zpětně odraženého optického záření od pracovní oblasti svařovaného dílce mezi polopropustným zrcadlem a detekční jednotkou a/nebo

25

- útlumový člen uspořádaný v dráze zpětně odraženého optického záření od pracovní oblasti svařovaného dílce mezi polopropustným zrcadlem a detekční jednotkou.

30

Svařovací hlava dále s výhodou obsahuje druhou fokusační čočku uspořádanou v dráze zpětně odraženého optického záření od pracovní oblasti svařovaného dílce mezi polopropustným zrcadlem a detekční jednotkou.

Svařovací hlava je s výhodou opatřena alespoň jedním doplňkovým snímačem pro snímání parametrů vzniklého svaru, který je propojený s vyhodnocovací jednotkou. Doplňkovým snímačem je přednostně bodový pyrometr a/nebo snímač geometrie svarové housenky.

35

Nevýhody dosavadního stavu techniky jsou rovněž eliminovány sestavou pro svařování rozmítáním laserového svazku, přičemž tato sestava obsahuje zdroj laserového záření a výše uvedenou svařovací hlavu, přičemž zdroj laserového záření je svým výstupem propojen se vstupem svařovací hlavy.

40

Objasnění výkresů

45

Technické řešení je dále popsáno pomocí příkladného provedení, které je schematicky znázorněno na výkrese, kde Obr. 1 je schéma svařovací hlavy a monitorovacího systému pro technologii laserového svařování s rozmítáním svazku.

50

Příklady uskutečnění technického řešení

Sestava schematicky znázorněná na obr. 1 zahrnuje svařovací hlavu a zdroj 20 laserového záření, kterým je výkonový laser a který vysílá laserový svazek 1 na doplňkovou galvoskenerovou

jednotku 2, která odráží, a přitom rozmítá laserový svazek 1 na základní galvoskenerovou jednotku 3, která odráží, a přitom rozmítá laserový svazek 1 na polopropustné zrcadlo 4.

Galvoskenerové jednotky 2, 3 jsou pohyblivá zrcadla pro vychylování laserového svazku 1 a jsou propojené s řídicí jednotkou 5 pro řízení jejich pohybu. Řídicí jednotka 5 řídí pohyb galvoskenerových jednotek 2, 3 pro zajištění generování potřebných rozmítacích křivek, po kterých se pohybuje laserový svazek 1 ve svařované oblasti, a součinnost s dalšími prvky svařovací soustavy (např. s robotickým ramenem, zajišťujícím pohyb svařovací hlavy po svařovací trajektorii apod.).

Polopropustné zrcadlo 4 je uspořádané pro směřování rozmítaného svazku 7 skrz první fokusační čočku 6 na svařovaný dílec 8.

Příkladné provedení technického řešení dále zahrnuje optický pásmový filtr 10 pro vymezení pracovního optického pásma pro detekční systém, přičemž za optickým pásmovým filtrem 10 (z hlediska směru průchodu zpětně odraženého optického záření 9) je v tomto příkladném provedení zařazen útlumový člen 11 pro omezení intenzity procházejícího zpětně odraženého optického záření 9 na úroveň, vhodnou pro detekční jednotku 13, který brání jejímu poškození vysokou intenzitou záření, případně snižuje intenzitu zpětně odraženého záření pod úroveň saturace konkrétní typu detekční jednotky 13.

Optický pásmový filtr 10 je uzpůsoben pro propouštění záření o pracovní vlnové délce zdroje 20 laserového záření.

Dále toto technické řešení obsahuje druhou fokusační čočku 12 pro zaostřování zpětně odraženého záření 9 na detekční jednotku 13. Detekční jednotka 13 může být například ve formě bodové fotodiody nebo černobílé kamery, přičemž jak fotodiody, tak kamera, musí být dostatečně citlivé pro snimanou oblast vlnových délek, již definuje filtr 10.

Technické řešení obsahuje i vyhodnocovací elektronickou jednotku 14, určenou pro přijetí signálu z detekční jednotky 13. Vyhodnocovací elektronická jednotka 14 je propojená s řídicí jednotkou 5 pro příjem synchronizačního signálu z řídicí elektronické jednotky 5.

Alternativně jsou řídicí jednotka 5 a vyhodnocovací jednotka 14 navzájem propojeny přes elektronický blok pro vysílání synchronizačního signálu.

Ve znázorněném příkladném provedení technické řešení obsahuje doplňkové snímače 15, kterými jsou bodový pyrometr a snímač převýšení svarové housenky a které jsou propojené s vyhodnocovací elektronickou jednotkou 14. Snímač převýšení svarové housenky může být snímač pracující na trigonometrickém optickém principu nebo snímač pracující na principu optické koherentní tomografie. Takovéto snímače obsahují vždy detekční blok a vyhodnocovací blok.

Funkci zařízení lze popsat následovně: Zdroj 20 laserového záření generuje laserový svazek 1, který je přiváděn na doplňkovou galvoskenerovou jednotku 2 a je průběžně postupně vychylován oběma galvoskenerovými jednotkami 2 a 3 pro dosažení požadovaného rozmítání. Takto rozmítaný laserový svazek 7 se odráží od polopropustného zrcadla 4, které jej směřuje skrz první fokusační čočku 6 na svařovaný dílec 8.

Zpětně odražené záření 9 z místa svařovacího procesu prochází zpět první fokusační čočkou 6, dále skrz polopropustné zrcadlo 4, poté skrz pásmový optický filtr 10, následně skrz útlumový člen 11 a poté skrz druhou fokusační čočku 12, načež dopadá na detekční jednotku 13.

Signál z detekční jednotky 13 je následně přiveden do vyhodnocovací elektronické jednotky 14. Současně je do vyhodnocovací elektronické jednotky 14 přiváděn synchronizační signál z řídicí jednotky 5 a případně signály z doplňkových snímačů 15.

Princip vyhodnocování signálu z detekční jednotky 13 je takový, že synchronizační signál z řídicí jednotky 5 definuje rozmítací periodu, při které laserový sazeč 1 vykoná jeden celý cyklus rozmítání – tedy dokončí oběh po definované rozmítací křivce. Od tohoto synchronizačního signálu se ve vyhodnocovací elektronice monitorovacího systému odvozuje délka měřicího cyklu.

Pokud je detekční jednotkou 13 bodová fotodioda, dochází k záznamu signálu a jeho případné integraci za dobu jednoho měřicího cyklu. Získaná data pro jednotlivé měřicí cykly jsou porovnávána buď s externě nastavenou referenční hodnotou a při odchylce o nastavenou hodnotu se generuje výstupní signál upozorňující na tuto skutečnost. Přídavně nebo alternativně se hodnota porovnává s klouzavým průměrem dat získaných z předešlých měřicích cyklů. Opět jsou stanoveny meze, při jejichž překročení se generuje signál o překročení.

Pokud je detekční jednotkou 13 plošný detektor, tedy kamera, je synchronizační signál využit pro časování kamery tak, aby 1 až n snímků v jedné rozmítací periodě zobrazovalo vždy záběr svarové lázně ve stejné poloze vzhledem k rozmítací křivce. Pro vyhodnocování se využijí algoritmy na zpracování obrazu, např. lze porovnávat velikost svarové lázně a rozložení intenzity v ploše snímků svarové lázně apod. Takto vyhodnocené obrazy svarové lázně lze pak v rámci monitorování porovnávat ve snímcích získaných v průběhu jedné rozmítací periody, nebo lze porovnávat snímky stejné polohy vzhledem k rozmítací křivce v následujících periodách. Výstupem je opět signál, aktivní vždy, když vyhodnocovaný parametr obrazu překročil nastavené meze.

V alternativním provedení lze použít pouze jednu galvoskenovací jednotku 2, 3, pokud umožňuje generování požadované křivky pohybu rozmítaného laserového svazku.

V dalším alternativním provedení lze vynechat samostatný filtr 10 a samostatný útlumový člen 11 a místo nich použít kombinovanou filtrační a útlumovou jednotku.

Ačkoli byla popsána zvlášť výhodná příkladná provedení, je zřejmé, že odborník z dané oblasti snadno nalezne další možné alternativy k těmto provedením. Proto rozsah ochrany není omezen na tato příkladná provedení, ale spíše je dán definicí přiložených nároků na ochranu.

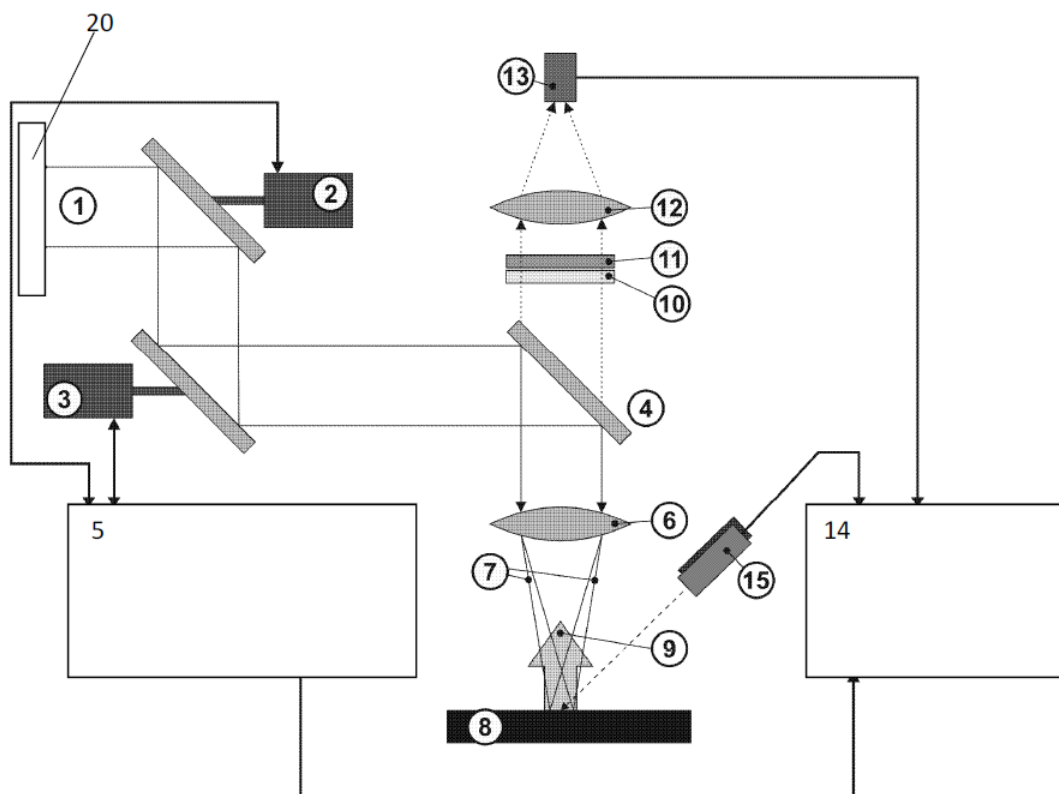
NÁROKY NA OCHRANU

1. Svařovací hlava, uzpůsobená pro rozmítání laserového svazku (1), **vyznačující se tím**, že obsahuje:
- vstup pro propojení se zdrojem (20) laserového záření pro vysílání laserového svazku (1);
 - základní galvoskennerovou jednotku (3) uspořádanou v dráze laserového svazku (1) přiváděného ze vstupu a pohyblivou pro jeho přeměnu na rozmítaný svazek (7);
 - řídicí jednotku (5) signálově propojenou se základní galvoskennerovou jednotkou (3) pro řízení jejího pohybu;
 - polopropustné zrcadlo (4) uspořádané v dráze rozmítaného svazku (7);
 - první fokusační čočku (6), uspořádanou v dráze rozmítaného svazku (7) po jeho odrazu od polopropustného zrcadla (4); a
 - detekční jednotku (13), která je uspořádána pro snímání zpětně odraženého optického záření (9) od pracovní oblasti svařovaného dílce (8).
2. Svařovací hlava podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje vyhodnocovací jednotku (14), která je signálově propojená s detekční jednotkou (13) a s řídicí jednotkou (5).
3. Svařovací hlava podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (5) je uzpůsobena pro vysílání synchronizačních signálů do vyhodnocovací jednotky (14).
4. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že detekční jednotka (13) je fotodioda.
5. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že detekční jednotka (13) je vysokorychlostní kamera.
6. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že obsahuje doplňkovou galvoskennerovou jednotku (2), která je pro řízení jejího pohybu propojená s řídicí jednotkou (5) a která je uspořádaná v dráze laserového svazku (1) mezi zdrojem (20) laserového záření a základní galvoskennerovou jednotkou (3) pro rozmítání laserového svazku (1) přiváděného ze zdroje (20) laserového záření na základní galvoskennerovou jednotku (3).
7. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že obsahuje optický pásmový filtr (10) uspořádaný v dráze zpětně odraženého optického záření (9) od pracovní oblasti svařovaného dílce (8) mezi polopropustným zrcadlem (4) a detekční jednotkou (13).
8. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že obsahuje útlumový člen (11) uspořádaný v dráze zpětně odraženého optického záření (9) od pracovní oblasti svařovaného dílce (8) mezi polopropustným zrcadlem (4) a detekční jednotkou (13).
9. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že obsahuje druhou fokusační čočku (12) uspořádanou v dráze zpětně odraženého optického záření (9) od pracovní oblasti svařovaného dílce (8) mezi polopropustným zrcadlem (4) a detekční jednotkou (13).
10. Svařovací hlava podle kteréhokoli z nároků 2 až 9, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň jeden doplňkový snímač (15) pro snímání parametrů vzniklého svaru, který je propojený s vyhodnocovací jednotkou (14)

11. Svařovací hlava podle nároku 10, **vyznačující se tím**, že doplňkovým snímačem (15) je bodový pyrometr a/nebo doplňkovým snímačem (15) je snímač geometrie svarové housenky.
- 5 12. Sestava pro svařování, obsahující zdroj (20) laserového záření, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje svařovací hlavu podle kteréhokoli z předcházejících nároků, přičemž zdroj (20) laserového záření je svým výstupem propojen se vstupem svařovací hlavy.

1 výkres

10



Obr. 1