

①9



LATVIJAS REPUBLIKAS
PATENTU VALDE

①1 LV 15303 B

⑤1 Int.Cl. C21D10/00

Latvijas patents uz izgudrojumu

2007.g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

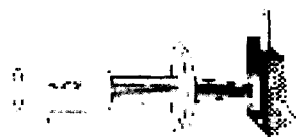
①2

Īsziņas

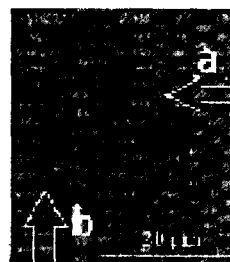
②1	Pieteikuma numurs:	P-16-62	⑦3	Īpašnieks(i): RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE, Kaļķu iela 1, Rīga LV-1658, LV
②2	Pieteikuma datums:	12.08.2016	⑦2	Izgudrotājs(i): Artūrs MEDVIDS (LV), Gundars MEŽINSKIS (LV), Pāvels ONUFRIJEVS (LV), Mārtiņš ZEIDAKS (LV)
④1	Pieteikuma publikācijas datums:	20.02.2018		
④5	Patenta publikācijas datums:	20.04.2018		

⑤4 Virsraksts: ANIZOTROPI HIDROFOBAS TĒRAUDA VIRSMAS VEIDOŠANAS PAŅĒMIENS

⑤7 Kopsavilkums: Izgudrojums attiecas uz tehnisko fiziku un var tikt izmantots metālu virsmas apstrādē, lai iegūtu mikrometru līmenī strukturētu virsmu, kurai ir raksturīga virsmas saslapināšanas anizotropija. Izgudrojuma mērķis ir izstrādāt paņēmieni tērauda virsmu apstarošanai ar lāzera starojuma impulsiem, kas nodrošinātu anizotropiski hidrofobas virsmas veidošanu. Hidrofobicitātes anizotropija ir atkarīga no virsmas tekstūras virziena, kura tiek veidota ar lāzera starojumu. Piedāvātais anizotropiskas hidrofobitātes veidošanas paņēmieni nodrošina hidrofobas tērauda virsmas veidošanu ar vidējo virsmas raupjumu $R_a < 20$ nm, virsmu apstarojot ar lāzera starojuma impulsiem. Lai uz tērauda virsmas izveidotu anizotropi hidrofobu tērauda virsmu, lāzera starojuma intensitātei jābūt robežās no 142,1 līdz 284,3 MW/cm² un impulsu ilgumam jābūt robežās no 1 līdz 10 ns. Zīm.1 ir parādīta paņēmiena realizācijas blokshēma, kurā 1 ir Nd:/YAG lāzers, 2 ir lēca, 3 ir paraugs un 4 ir divkoordinātu manipulators, bet zīm.2 ir parādīta tērauda virsma pēc apstarošanas ar lāzeru.



1. zīm.



2. zīm.

Izgudrojuma apraksts

[001] Izgudrojums attiecas uz tehnisko fiziku un var tikt izmantots metālu virsmas apstrādē, lai iegūtu mikrometru līmenī strukturētu virsmu, kurai raksturīga virsmas saslapināšanas anizotropija. Virsmai ar saslapināšanas anizotropiju piemīt īpašības, kuras var tikt izmantotas, lai ierobežotu šķidrums plūsmu un novirzītu to vēlamajā virzienā. Šo virsmu var izmantot šķidrums mikroierīcēs teksturizācijas veidošanā, izmantojot virzītu iztvaikošanu un viegli notīrāmos pārklājumos.

Zināmā tehnikas līmeņa analīze

[002] Ir zināms hidrofobas tērauda virsmas veidošanas paņēmieni [1], kurš ietver tērauda virsmas apstarošanu ar eksimēra lāzera starojumu ar šādiem parametriem: viļņa garums 248 nm, impulsu atkārtotāns frekvence 150 Hz, impulsa ilgums 5 līdz 6 ns, impulsa enerģija 2,5 mJ/cm², stara diametrs 50 μm. Apstarošana tiek veikta skenēšanas režīmā ar ātrumu 250 μm/s, 200 μm/s, 150 μm/s, 100 μm/s un 50 μm/s. Augstāk aprakstītājā paņēmienā apstrādes rezultātā ar lāzeru notiek tērauda virsmas slāņa teksturizācija, izmantojot ablācijas metodi. Tomēr minētā virsmas veidošanas paņēmiena galvenie trūkumi ir virsmas bojāšanās ablācijas dēļ, pie kam izveidotajai virsmai nepiemīt virsmas saslapināšanas anizotropija.

[003] Ir zināms hidrofobas vara virsmas veidošanas paņēmieni [2], kurš ietver hidrofobas, nelīdzenas virsmas veidošanu uz vara virsmas, izmantojot ķīmisko kodināšanas metodi ar slāpekļskābi, papildus pievienojot cetiltrimetilamonija bromīdu un kodināšanas procesā lietojot ultraskaņas apstrādi. Rezultātā uz vara virsmas izveido mikroieplakas un mikroizcilņus. Tālāk pēc apstrādes ar 1H,1H,2H,2H-perfluordeciltrioksisilānu hidrofobicitāte uz vara virsmas ir stabila, par ko liecina slapināšanas leņķis $155 \pm 2,3^\circ$. Apstrādes rezultātā, izmantojot ķīmisko kodināšanas metodi, notiek vara virsmas slāņa modifikācija. Šī paņēmiena galvenie trūkumi ir nepieciešamība utilizēt blakusproduktus, tādu kā metanols, ar ko skalo 1H,1H,2H,2H-perfluordeciltrioksisilāna modificēto virsmu, kā arī virsmas mikroieplaku un mikroizcilņu haotiskais izvietojums. Izveidotajai virsmai nepiemīt virsmas slapināšanas anizotropija.

[004] Ir zināms vara virsmas hidrofobitātes palielināšanas paņēmieni [3], kas izvēlēti par prototipu, ar lāzera starojumu. Lai veidotu hidrofobu virsmu, vara paraugi tiek mehāniski

pulēti un attīrīti ultraskaņas vannā. Vara virsma tiek apstarota ar pikosekunžu lāzera starojumu ar sekojošiem parametriem: viļņa garums 1064 nm, impulsa ilgums 10 ps, stara diametrs 25 μm , impulsu atkārtotības frekvence 203,6 kHz. Apstarošana tiek veikta skenēšanas režīmā. Apstrādes rezultātā ar lāzera starojumu notiek vara virsmas slāņa teksturizācija ar periodiskām nanostrukturām uz virsmas, kā rezultātā tiek izveidota hidrofoba virsma. Šī paņēmiena galvenie trūkumi: laikietilpīga materiāla apstrāde lāzera stara mazā diametru dēļ; paņēmiens nenodrošina hidrofobas tērauda virsmas veidošanu ar anizotropām īpašībām.

Izgudrojuma mērķis un būtība

[005] Izgudrojuma mērķis ir izstrādāt paņēmieni tērauda virsmu apstarošanai ar lāzera starojuma impulsiem, lai nodrošinātu anizotropi hidrofobas virsmas veidošanos. Piedāvātais anizotropi hidrofobas tērauda virsmas veidošanas paņēmiens ietver tērauda virsmas apstarošanu ar lāzera starojuma impulsiem, pie kam apstarojamās tērauda virsmas vidējais virsmas raupjums ir ne lielāks par 20 nm, apstarošanas intensitāte ir diapazonā no 142,1 līdz 284,3 MW/cm^2 , impulsa ilgums ir no 1 līdz 10 ns. Tērauda virsmas apstarošanai var izmantot dažādus lāzerus, piemēram, Nd:YAG, Nd:YLF, Yb:KYW, Nd:YAP. Rezultātā tērauda virsmas slānī izveidojas periodiskas struktūras ar periodu diapazonā no 0,5 līdz 1,5 μm un amplitūdu līdz 300 nm, kas pakārtoti rada anizotropisku hidrofobitāti atkarībā no virsmas tekstūras virziena ar vidējo virsmas raupjumu no 6 līdz 14 nm. Ja lāzera starojuma intensitāte ir lielāka par 284,3 MW/cm^2 , sākas tērauda ablācija. Ja lāzera starojuma intensitāte ir mazāka par 142,1 MW/cm^2 , intensitāte ir nepietiekama, lai izveidotos periodiskas struktūras ar anizotropisku hidrofobitāti.

[006] Izgudrojumu paskaidro sekojoši zīmējumi:

1.zīm., kurā ir parādīta paņēmiena realizēšanas sistēmas blokshēma un 1 ir Nd:YAG lāzers, 2 ir lēca, 3 ir paraugs, 4 ir divkoordinātu manipulators,

2.zīm., kurā ir parādīta tērauda virsma pēc apstarošanas ar lāzeru un (a) ir ūdens piliena slapināšanas leņķa noteikšanas rakurss, kas ir perpendikulārs periodiskajām struktūrām, (b) ir ūdens piliena slapināšanas leņķa noteikšanas rakurss, kas ir paralēls periodiskajām struktūrām.

[007] Piedāvāto anizotropi hidrofobas tērauda virsmas veidošanas paņēmieni ar sistēmas palīdzību, kuras blokshēma ir parādīta 1.zīm., realizē šādi: virsmas ar anizotropisku hidrofobitāti veido mangāna-hroma volframa (AISI 01) tērauda paraugam ar vidējo virsmas

raupjumu (R_a), ne lielāku par 20 nm. Tērauda parauga (3) virsmu gaisa klātbūtnē (pie $t^{\circ}=+20^{\circ}\text{C}$ un pie atmosfēras spiediena) apstaro ar impulsa Nd:YAG lāzeru (1). Lāzera starojuma parametri ir sekojoši: viļņa garums $\lambda=1064$ nm, lāzera starojuma intensitāte $I=113,2$ MW/cm², impulsa ilgums $\tau=6$ ns, impulsa atkārtotības frekvence 10 Hz. Lāzera stara diametrs ir $d=5$ mm. Lai nodrošinātu lāzera starojuma intensitāti $I=113,2$ MW/cm², lāzera starojumu fokusē ar lēcu (2), kuras fokusa attālums $F = 12$ cm. Tērauda paraugs (3) ir piestiprināts pie divkoordinātu manipulatorsa (4), kas ir paredzēts, lai apstarotu lielāku parauga laukumu. Paraugu apstaro skenējošā režīmā ar lāzera staru perpendikulāri virsmai, un lāzera stara pārvietošanas ātrums ir 30 $\mu\text{m/s}$,

[008] Pēc apstarošanas ar lāzeru uz tērauda virsmas veidojas periodiska struktūra ar periodu 1,2 μm . Struktūras periods tika noteikts, izmantojot industriālo optisko mikroskopu ECLIPSE LV150.

[009] Tērauda virsmas anizotropiskās hidrofobitātes īpašības tika noteiktas, izmantojot ūdens piliena slapināšanas leņķa noteikšanas metodi uz tērauda virsmas pirms un pēc apstarošanas ar Nd:YAG lāzeru no divām pusēm (2.zīm.): perpendikulāri periodiskajām struktūrām (a) un paralēli periodiskajām struktūrām (b). Ūdens piliena forma, kas iegūta pēc tērauda virsmas apstarošanas ar Nd:YAG lāzeru, shematiski ir atspoguļota (2.zīm.) ar baltu ovālu. Slapināšanas leņķa noteikšanai tika izmantota iekārta Attension Theta (Biolin Scientific Holding AB) [4]. Ūdens piliena slapināšanas leņķi uz tērauda virsmas pirms un pēc apstarošanas ar Nd:YAG lāzeru ir parādīti 1.tabulā.

I.tabula

Ūdens piliena slapināšanas leņķi uz tērauda virsmas pirms un pēc apstarošanas ar Nd:YAG lāzeru

Tērauda paraugs	Slapināšanas leņķis grādos
Neapstarota virsma	67
Ar lāzeru apstarota virsma (2.zīm.), kurai slapināšanas leņķis tika mērīts perpendikulāri periodiskajām struktūrām (a)	95
Ar lāzeru apstarota virsma (2.zīm.), kurai slapināšanas leņķis tika mērīts paralēli periodiskajām struktūrām (b)	103

[010] Kā redzams, neapstarotam paraugam slapināšanas leņķis ir 67° . Apstarojot paraugu ar lāzeru, tiek palielināts slapināšanas leņķis. Slapināšanas leņķis paralēli periodiskajām struktūrām ir 103° , bet perpendikulāri periodiskajām struktūrām 95° . Šis rezultāts liecina par to, ka ar lāzeru apstarotas virsmas hidrofobitāte palielinās par 53 % paralēli periodiskajām struktūrām un par 41 % perpendikulāri periodiskajām struktūrām, kas nodrošina anizotropi hidrofobas virsmas veidošanu.

Informācijas avoti:

1. B.H. Luo, P.W. Shum, Z.F. Zhou, K.Y. Li, Preparation of hydrophobic surface on steel by patterning using laser ablation process: Surface & Coatings Technology 204 (2010), pp. 1180–1185;

2. Lining Pan, Huiru Dong, Pengyu Bi, Facile preparation of superhydrophobic copper surface by HNO₃ etching technique with the assistance of CTAB and ultrasonication: Applied Surface Science Volume 257, Issue 5, 15 December 2010, pp. 1707–1711;

3. Jiangyou Long, Peixun Fan, Minlin Zhong, Hongjun Zhang, Yongde Xie, Chen LinLaser, Superhydrophobic and colorful copper surfaces fabricated by picosecond laser induced periodic nanostructures: Applied Surface Science 311 (2014), pp. 461–467;

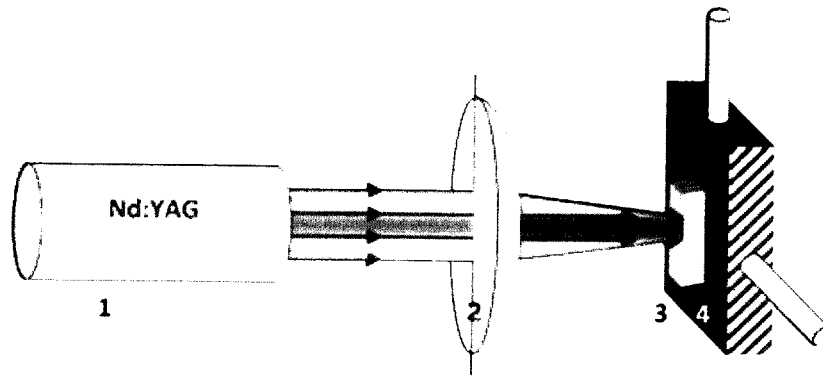
4. Interneta vietne

http://www.biolinscientific.com/zafepress.php?url=%2Fpdf%2FAttension%2FProducts%2FT-heta%20-%20Optical%20Tensiometer%2FAttension_Theta_Brochure.pdf

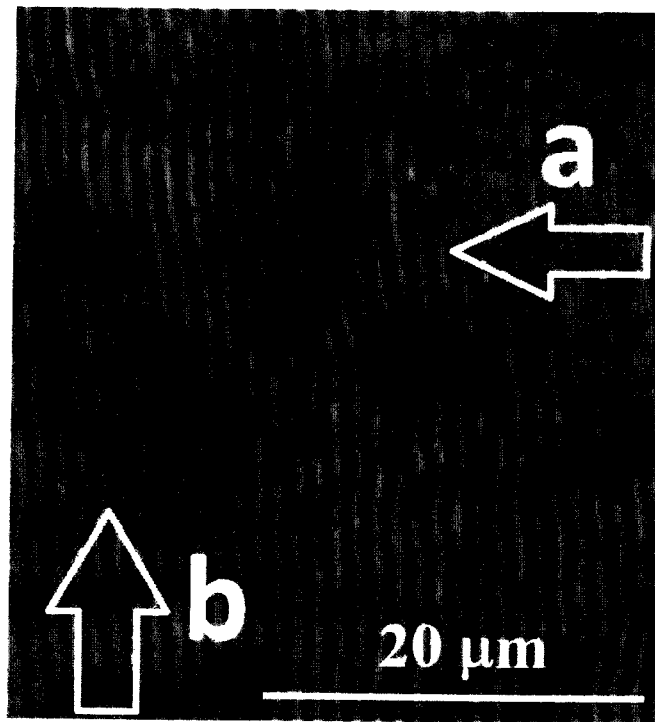
Pretenzija

1. Anizotropi hidrofobas tērauda virsmas veidošanas paņēmieni, kas ietver hidrofobas tērauda virsmas apstarošanu ar lāzera starojuma impulsiem un ir atšķirīgs ar to, ka, ar mērķi veidot anizotropi hidrofobu tērauda virsmu ar periodisku struktūru, kuras periods ir no 0,5 līdz 1,5 μm , tērauda virsmu ar vidējo virsmas raupjumu, ne lielāku par 20 nm, apstaro ar lāzera starojumu ar intensitāti no 142,1 līdz 284,3 MW/cm^2 un impulsa ilgumu no 1 līdz 10 ns.

1/1



1.zīm.



2.zīm.