

(11) Patent numeris: **4651** (51) Int. Cl.⁷ **C25D 11/04**
C25D 11/26

(21) Paraiškos numeris: **99-109**

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 09 06**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2000 01 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2000 04 25**

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/GB97/00664**

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **1997 03 11**

(85) Nacionalinės procedūros pradžia: **1999 09 06**

(72) Išradėjas:

Misha Hiterer, IL
Victor Samsonov, IL

(73) Patent savininkas:

ALMAG AL, Beit Hadfus St. 11, Givat Shaul, Jerusalem 34124, IL

(74) Patentinis patikėtinis:

Reda Žabolienė, 7, UAB "Metida", Pilies g. 8/1-2, 2600 MTP Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Metalų dengimo būdas ir įrenginys

(57) Referatas:

Išradime aprašytas metalo, parinkto iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinų, dengimo keramika procesas, kurio metu dengiamą metalą kaip elektrodą panardina į elektrolito vonią, pripildytą šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo, priešingą elektrodą panardina į vonią arba pripildo elektrolitu, dengiamo metalo paviršiumi ir priešingu elektrodu praleidžia modifikuotą bangos pavidalo kintamą elektros srovę, tiekiamą iš mažiausiai 700 V aukštos įtampos šaltinio, padidina šią modifikuotą bangos pavidalo elektros srovę nuo nulio iki jos maksimalios reikšmės ir sumažina ją iki reikšmės, mažesnės nei 40 % jos maksimalios reikšmės, greičiau nei ketvirtį pilno kintamo ciklo, taip sukeliant hidroksido plėvelės, formuojamos metalo paviršiuje, dielektrinę iškrovą, šildymą, lydymą ir terminį sutankinimą, suformuojant ir suvirinant keraminę dangą su šiuo metalu, ir keičia elektrolito sudėtį keraminės dangos formavimo metu, pridedant šarminio metalo deguoninės rūgšties druskos.

Išradimas skirtas metalo dengimo keramika būdui, tuo būdu padengtiems gaminiams ir šio būdo realizavimo įrenginiui.

Metalai, pavyzdžiui, vožtuvai pasižymi elektrolitine rektifikacija, todėl šis išradimas yra skirtas aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinų dengimo būdui ir įrenginiui.

Konkrečiau, išradimas skirtas elektrolizei, kurios metu naudojama bangos pavidalo aukštos įtampos kintama srovė, lydanti dengiant net ir storą sluoksnį, susidarantį per labai trumpą laikotarpį, keičiant elektrolito sudėtį elektrolizės metu.

Aliuminis, titanas ir jų lydiniai turi puikų stiprumo/svorio santykį, todėl šie metalai yra plačiai naudojami, pavyzdžiui, aviacijoje, o taip pat iš jų gaminamos vidaus degimo variklių greitai judančios detalės. Kadangi šie metalai, vis dėlto, nėra atsparūs susidėvimui, naudojamos įvairios dangos pagerinti jų atsparumą susidėvimui ir erozijai. Tokios dangos turi būti atsparios chemikalams, ypatingai – rūgštims ir šarmams, aukštomis temperatūroms, trinčiai, ir turi pasižymėti dielektriko savybėmis. Nebrangus, plačiai paplitęs anodavimo būdas tinka vidutinės apkrovos sąlygomis, tačiau, esant didelėms apkrovoms, reikalingos keraminės dangos.

Yra žinoma daug metalų elektrolitinio dengimo būdų, kurių metu naudojama nuolatinė srovė ir/arba mažesnės nei 600 V įtampos. Tokie būdai yra aprašyti, pavyzdžiui, JAV patentuose Nr.Nr. 3956080, 4082626 ir 4659440. Šiuose patentuose ir daugelyje pastarųjų atradimų aprašyti procesai, formuojantys keramines plėveles anodinės iškrovos būdu, kurių metu gaunami geri dangos prikibimo ir atsparumo korozijai rezultatai.

JAV patente Nr. 5147515 atskleistas elektrolitinės vonios su tirpaus vandenyje ar koloidinio silikato ir/arba deguoninės rūgšties druskos vandens tirpalu, kuriame disperguojamos keraminės dalelės, panaudojimas. Plėvelės formavimo metu įtampa didinama nuo 50 iki 200 V, ir gali net viršyti 1000 V. Priklausomai nuo bangos formos, šiuose patentuose teigiama, kad energijos šaltinis gali būti nuolatinė srovė, turinti bet kokios formos bangą, geriausiu atveju – impulsinę (stačiakampio formos), pjūklo ar nuolatinės srovės pusbangio formos

bangą. Nebuvo nustatyta, kad banga, turinti smailės formą, suteikia žymių privalumų, formuojant tankią, kietą plėvelę.

Plėvelės formavimo greitis aštuoniuose šio išradimo pavyzdžiuose pateiktas žemiau:

Pavyzdys	Plėvelės storis (mikronai)	Dangos formavimo laikas (minutės)	Formavimo greitis (mikronai/minutė)
1.	35	20	1,75
2.	31	20	1,55
3.	38	30	0,93
4.	27	20	1,35
5.	36	30	1,20
6.	14	30	0,47
7.	15	30	0,50
8.	28	30	0,93

Toks lėtas plėvelės formavimas nesulyginamas su šiuo išradimu.

Be to, JAV patente Nr.5147515 nebuvo atskleista, ar yra įmanoma pagaminti labai plonas dangas, pavyzdžiui, nuo 300 iki 700 mikronų storio.

Neseniai atskleistas dangos formavimo būdas, dar žinomas Kepla vardu, yra pagrįstas plazmochemine anodine oksidacija. Katodas yra organinio elektrolito paviršiaus plėvelė, virš kurios suspenduojamos numatomos padengti dalelės, suformuojančios anodą. Suformuojama plazma, sudaranti anodo paviršiuje keraminę dangą ir įkaitinanti apdorojamą detalę. Oksido plėvelės formavimosi anodo paviršiuje dėka susidaro ne storesnė kaip 10 mikronų plėvelė, procesas trunka 8-10 minučių. Apdorojama detalė įkaista, nes nėra panardinta į skystį; nesimetrinės ar smulkios detalės iškraipomos. Kitas Kepla degimo būdo trūkumas yra tai, kad smarkiai garuojantis elektrolitas teršia aplinką.

Todėl vienas iš šio išradimo tikslų yra išvengti jau žinomų keraminio dengimo būdo trūkumų ir pateikti būdą, kurio metu gaunama kietą, gerai prikimbanti ir neakytą plėvelę.

Kitas šio išradimo tikslas yra 300 mikronų storio ir storesnių dangų gamybos būdas per vidutinį laikotarpį.

Šie ir kiti tikslai realizuojami šiuo išradimu, pateikiant metalų, parinktų iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinių, dengimo keramika būdą. Šis būdas apima metalo, veikiančio kaip elektrodas, panardinimą į elektrolitinę vonią, pripildytą šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo, priešingo elektrodo panardinimą į elektrolitą arba pripildymą elektrolitu, modifikuotos bangos pavidalo kintamos srovės iš aukštos įtampos šaltinio, siekiančio mažiausiai 700 V, praleidimą dengiamo metalo paviršiumi ir priešingu elektrodu. Būdas skiriasi tuo, kad ši modifikuota bangos pavidalo elektros srovė padidinama nuo nulio iki maksimalios reikšmės greičiau nei per pilno kintamo ciklo ketvirtį, tuo būdu sukeliant hidroksido plėvelės, suformuotos šio metalo paviršiuje, dielektrinę iškrovą, šildymą, lydymą ir terminį sutankinimą, suformuojant ir suvirinant keraminę dangą su metalo paviršiumi ir pakeičiant elektrolito sudėtį keraminės dangos formavimo metu, šiam pasikeitimui įvykus į elektrolitą pridedama šarminio metalo deguoninės rūgšties.

Kitas šio išradimo tikslas yra aukščiau minėto proceso efektyvaus realizavimo įrenginys. Išradime pateiktas gaminių, pagamintų iš metalų, parinktų iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinių, dengimo keramika vonioje įrenginys, susidedantis iš elektrolitinės vonios, pripildytos šarminio metalo hidroksido vandens tirpalu, elektrodo, panardinto į elektrolitą ar užpildyto elektrolitu, kito elektrodo, susidedančio mažiausiai iš vieno iš šių dengiamų gaminių ir šio gaminio panardinimo į elektrolitą priemonių, kintamos elektros srovės, tiekiamos iš mažiausiai 700 V įtampos šaltinio, šaltinio, šios kintamos srovės formavimo priemonių, tuo būdu, suformuotos bangos pavidalu srovės reikšmė padidėja nuo nulio iki jos maksimalios reikšmės ir krinta žemiau 40% jos maksimalios reikšmės greičiau nei per ketvirtį pilno kintamo ciklo, sujungiklių, užbaigiančių elektrocheminę grandinę, ir šarminio metalo deguoninės druskos kontroliuojamo pridėjimo į vonią, įrenginiui veikiant, priemonių.

Būdo, aprašyto šiame išradime, skiriamasis bruožas yra jo tinkamumas formuoti kietas 300 mikronų storio dangas maždaug per 90 minučių. Šitoks greitas dangos formavimas pasiekiamas, keičiant elektrolito kompoziciją dangos formavimo proceso metu. Dangos kokybė dėl greito storo dangos sluoksnio

formavimo nenukenčia, nes modifikuota formuota srovė akimirksniu išlydo sluoksnį greta metalinio gaminio net ir suformavus numatyto storio plėvelę.

Toliau išradimas bus aprašytas detaliau su nuoroda į pridedamus brėžinius, kuriuose:

Fig.1 pateiktas tinkamiausias bangos pavidalo impulsinės srovės vaizdas;

Fig.2 atskleistas ryšys tarp dangos storio ir elektrolizės laiko;

Fig.3 schematiškai pavaizduotas dangos formavimo vonioje įrenginys; ir

Fig.4 schematiškai pavaizduotas dangos formavimo konvejeriniu būdu vonioje įrenginys.

Reikia pažymėti, kad brėžiniai pateikti tik šio išradimo tinkamiausių realizavimo variantų iliustratyvumo tikslais, todėl nėra parodytos konstrukcinės detalės, būtinos gilesniam išradimo supratimui. Proceso aprašymas pagal brėžinius bus aiškus šios srities žinovui, praktikoje gali būti įgyvendinti keli išradimo realizavimo variantai.

Proceso tikslas yra padengti keramika aliuminį, cirkonį, titaną ir hafnį. Šiuo būdu taip pat galima padengti šių metalų lydinius, jei visų lydinio elementų suma sudaro ne daugiau 20% visumos. Proceso parametrai gali būti optimizuoti, pritaikant juos konkrečiam dengiamam metalui ir turint omenyje, kad kiekvienu konkrečiu atveju yra svarbios konkrečios dangos ypatybės.

Dengiamasis metalo gaminyš prijungiamas kaip elektrolitinės vonios elektrodas ir panardinamas į vonią.

Dengiant aliuminį, vonia užpildyta vandeniu ir šarminio metalo hidroksido tirpalu. Jei norima, kad danga kuo patikimiau prikibtų prie metalo, elektrolitu imamas vandens tirpalas, turintis nuo 0,5 iki 2 g/litre natrio hidroksido ar kalio hidroksido. Į elektrolitą pridedama smulkių įvairių medžiagų dalelių, jei reikalinga pagerinti specialias dangos savybes, pavyzdžiui, sumažinti trintį. Pridėjus tokių dalelių, elektrolitas sumaišomas, gaunant suspensiją. Panašiu būdu gaunamos ir spalvotos dangos, pridedant į elektrolitą smulkių pigmentinių dalelių.

Geriausias priešingas elektrodas yra nerūdijančiojo plieno vonia, užpildyta elektrolitu. Jei pageidaujama laikyti elektrolitą saugumo sumetimais nelaidžioje talpoje, į vonią įprastu būdu yra panardinamas geležies, nikelio ar nerūdijančiojo plieno elektrodas.

Po to per aliuminio gaminį ir kitą elektrodą praleidžiama modifikuota bangos pavidalo kintama elektros srovė iš mažiausiai 700 V aukštos įtampos šaltinio. Įvyksta hidroksido plėvelės, suformuotos metalo paviršiuje, dielektrinė iškrova, šildymas, lydymas ir terminis tankinimas, suformuojant keraminę dangą ir suvirinant ją su metalo paviršiumi. Dangos formavimo proceso metu yra matomas mikrosuvirinimo lankas. Pageidaujama bangos pavidalo impulsinė elektros srovė gaunama įprastu būdu, naudojant kondensatorių bateriją, prijungtą nuosekliai tarp 800-1000 V aukštos įtampos šaltinio ir dengiamo metalo gaminio.

Fig.1 parodytas tinkamiausia srovės bangos forma. Aukštos įtampos kintama elektros srovė padidina mikrolanko, kuris iššaukia formuojamos gaminio paviršiuje dangos intensyvų, vietinį, laikiną šildymą, lydymą ir suvirinimą su gaminio paviršiumi, trukmę. Anodavimas atliekamas pirmojo teigiamo pusciklio metu, tuomet gaminyje yra teigiamas elektrodas. Po to jau suformuota dielektrinė danga suyra dielektriškai, tokiu būdu generuodama mikrolankus. Lanko trukmė padidėja beveik iki pirmojo pusciklio pabaigos. Lanko degimas pakartojamas antrojo pusciklio metu, kuomet gaminyje tampa neigiamu elektrodu.

Fig.2 grafiškai pavaizduota laiko/dangos storio priklausomybė, kuomet elektrolito sudėtis yra pastovi. Kreivė 1 būdinga procesui, kuriame elektrolitas yra grynas kalio hidroksidas. Kreivės 2-5 būdingos procesams, kuriuose buvo naudojamos didėjančios natrio tetrasilikato koncentracijos.

Kreivė 6 atspindi šio išradimo procesą. Buvo nustatyta, kad dangos formavimo sparta padidėja, keičiant elektrolito sudėtį proceso metu. Elektrolito sudėtis keičiama, pridedant į jį druskos, turinčios šarminio metalo katijonų ir amorfinio elemento deguoninės rūgšties anijonų. Amorfinis elementas parenkamas iš grupės, turinčios B, Al, Si, Ge, Pb, As, Sb, Bi, Se, Te, P, Ti, Zr, V, Ta, Cr, Mo, Mn ir Fe, druskos, pridedamos į elektrolitą, koncentracija siekia nuo 2 iki 200 g/litre tirpalo. Tinkamiausias amorfinis elementas yra polisiloksanas, tinkamiausia druska – natrio silikatas.

Kaip matyti iš kreivės, keičiant elektrolito sudėtį proceso metu galima maždaug per 50 minučių suformuoti 200 mikronų storio dangą, plėvelės formavimo greitis siekia apie 4 mikronus per minutę. Bandymai parodė, kad taip greitai formuojamos plėvelės prikibimo prie metalo paviršiaus kokybė nenukenčia.

Savaime aišku, kad, įmaišius druską į elektrolitą, vienintelis praktinis būdas vėl sumažinti druskos koncentraciją vonioje sekančiai metalo gaminių partijai yra pridėti didelį naujo elektrolito kiekį. Ši problema išsprendžiama toliau aprašytuoju įrenginiu su nuoroda į fig.3.

Dar buvo nustatyta, kad yra įmanoma formuoti neakytas dangas, palaipsniui mažinant srovę, kai plėvelės storis jau beveik pasiekė pageidaujamą dydį. Praktiškai tai atliekama, palaipsniui mažinant talpuminę varžą, naudojamą formuoti bangą, tokiu būdu mažinant srovę ir galutinai sustabdant procesą.

Aukščiau minėtas terminas "modifikuota" reiškia, kad bangos forma yra kitokia, nei standartinė sinusoidė, paprastai susijusi su kintamos srovės banga, ir yra modifikuota, pavyzdžiui, kaip pavaizduota fig.1, optimizuojant dangos formavimo procesą.

1 lentelėje išvardintos įvairios skirtingų poreikių dangos rūšys. Pavyzdžiais paimti aliuminio lydiniai, padengti keramika pagal įvairius dizaino poreikius. 3 ir 4 pavyzdžiai buvo pagaminti aukščiau aprašytuoju būdu.

1 LENTELĖ

Eil. Nr.	Funkciniai reikalavimai	Storis (mikronais)	Kietumas pagal Vickersą (kgf/mm ²)	Akytumas (poros/cm ²)	Pastabos
1.	Gruntas emalės dažams ar teflono dangai	5-30	1800-2800	50-300	Tikslinis akytumas, stiprus prikibimas
2.	Dekoratyvi danga	10-50	1000-2400	< 5	
3.	Antikorozinė apsauga	30-150	1000-2300	< 1	
4.	Elektros izoliacija	10-250	1000-2300	< 1	
5.	Šilumai atsparios erdveliai-vio plokštės	50-300	1000-2300	Netaikomas	
6.	Atsparumas vandeniui	40-100	1800-2800	5-10	Mechaniškai apdorojamas prieš naudojimą

Aluminio lydinys, dar žinomas "duraluminio" vardu, turi 2014 markės lydinį, ir dėl savo stiprumo/svorio santykio yra plačiai naudojamas aviacijoje. Dėl šios priežasties šis lydinys buvo parinktas bandymams. 2 lentelėje išvardintos gautos dangos charakteristikos.

2 LENTELĖ

Gaminys	Vienetai	Reikšmė
Metalo gaminio medžiaga Banginis gamybos būdas Transformatoriaus išėjimo įtampa Srovės tankis: Anodinės Katodinės Elektrolito kompozicija Pirmoji vonia: kalio hidroksidas Antroji vonia: kalio hidroksidas natrio tetrasilikatas Trečioji vonia: kalio hidroksidas natrio tetrasilikatas Dangos formavimo laikas: pirmoje vonioje antroje vonioje trečioje vonioje Bendras dangos storis Vidutinis nusėdimo greitis Vidinio sluoksnio, visiškai suldyto dangos formavimo metu, storis Medžiagos sukibimas Mikrokietumas Vidutinė sluoksnio sudėtis: Korundas Aliuminis Alumosilikatas Dangos aktyumas Poros skersmuo	V A/dm² g/litre vandens minutės mikronai mikronai/minutė mikronai Mpa Pagal Vikersą kgf/mm² % poros/cm² mikronai	Duraliuminis Kondensatoriai 800 6,0 6,3 0,5 0,5 4,0 0,5 11,0 10 10 20 100 2,5 65 380 2790 62 8 30 4-6 8-11

Šiame išradime taip pat pateiktas padengtas keramine danga gaminys, pagamintas aukščiau aprašytuoju būdu. Vienas tokio gaminio pavyzdys yra vidaus degimo variklio aliuminio lydinio stūmoklis. Antrasis pavyzdys yra vidaus degimo variklio aliuminio blokas, skirtas darbui minimalaus tepimo sąlygomis. Trečiasis pavyzdys yra šilumai atspari erdvėlaivio apsauginė plokštelė, apsauganti erdvėlaivį įėjimo į atmosferą metu. Ketvirtasis pavyzdys yra elektros izoliacija, veikianti kaip elektroninės plokštės šilumos radiatorius.

Fig.3 pavaizduotas gaminių 1 (pirmasis elektrodas), pagamintų iš metalo, parinkto iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinių, vienkartinės įkrovos keraminio dengimo įrenginys 2. Įrenginys 2 turi 40 litrų talpos elektrolito vonią 3, užpildytą elektrolitu 4, susidedančiu iš vandens ir šarminio metalo hidroksido tirpalo. Vonia 3 yra pagaminta iš nerūdijančiojo plieno ir sudaro antrąjį elektrodą. Elektrolitas maišomas maišymo priemone 5.

Pirmąjį elektrodą sudaro mažiausiai vienas dengiamas gaminys 1 ir jo panardinimo į elektrolitą 4 priemonė 6.

Mažiausiai 700 V kintamos elektros srovės šaltinis yra 40000 voltamperų pakopinis transformatorius 7, skirtas tiekti 800, 900 ar 1000 V.

Kondensatoriaus baterijos 8 bendra talpa yra 375 μF , ir ją sudaro 25, 50, 100 ir 200 μF talpos kondensatoriai. Alternatyviai, tai galėtų būti lygintuvo ir keitiklio grandinė (neparodyta) ar kita aprašyta Fink ir Beaty "The Standard Handbook for Electrical Engineers", 12 leid., p.p.22-96, 22-97, priemonė.

Sujungikliai 9 skirti sujungti elektrocheminę grandinę. Operatoriaus valdymo pultas 10 įrengtas kairėje vonios 3 pusėje, pastaroji įrengta už apsauginių durų 11. Atidarius apsaugos duris 11, nutraukiamas elektros energijos tiekimas.

Įrenginio 2 veikimo metu druska 12 iš tiekimo bunkerio 13 pridedama į vonią 3. Bunkeris 13 tiekia druską 12, turinčią šarminio metalo katijonų ir amorfinio elemento deguoninės rūgšties anijonų. Tinkama druska 12 yra natrio tetrasilikatas.

Fig.4 pavaizduotas gaminių 1 konvejerinio dengimo keramika įrenginys 14. Pirmoji elektrolito vonia 15 yra užpildyta elektrolitu 4, susidedančiu iš vandens ir šarminio metalo hidroksido tirpalo. Antroji elektrolito vonia 16 yra užpildyta elektrolitu 17, susidedančiu iš vandens, šarminio metalo hidroksido tirpalo ir nedidelio druskos 12 kiekio. Trečioji elektrolito vonia 18 yra užpildyta elektrolitu 19,

susidedančiu iš vandens, šarminio metalo hidroksido tirpalo ir didesnio druskos kiekio nei elektrolite 17.

Patogumo dėlei, vonios 15, 16, 18 gali būti pagamintos kaip vienas konteineris 20 su dvejomis vertikaliomis pertvaromis 21, veikiančiomis kaip elektrodai. Kitas elektrodas yra mažiausiai vienas dengiamas gaminys 1 ir transportavimo priemonė 6, kuri nuosekliai panardina gaminį 1 į elektrolitus 4, 17, 19. Rankiniu ar automatiniu būdu valdoma manipuliavimo priemonė 22 gaminys 1 perkeliama iš pirmosios vonios 15 į antrąją vonią 16 ir po to į trečiąją vonią 18.

Įrenginyje 14 elektrolitas kiekvienoje vonioje proceso metu nekeičiamas, todėl gali būti panaudotas pakartotinai. Naudojant kelis skirtingos sudėties elektrolitus dangos formavimo greitis siekia 2,5-4 mikronus per minutę.

Elektriniai komponentai yra tokie patys kaip ir įrenginyje, aprašytame su nuoroda į fig.3.

Šios srities specialistai supras, kad išradimas nėra apribotas pateiktais pavyzdžiais ir kad gali būti realizuotas ir kitokiomis specifinėmis formomis, neišėinant už išradimo idėjos ribų. Pateiktieji išradimo įgyvendinimo variantai yra tik iliustratyvūs, išradimo ribos nustatytos apibrėžtimi, ne aukščiau išdėstyto jo aprašymu, išradimas apima ir visus pakeitimus, lygiaverčius sprendimams, išdėstytiems apibrėžtyje.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Keraminės dangos formavimo metalo, parinkto iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinių, paviršiuje būdas, apimantis šio metalo kaip elektrodo panardinimą į elektrolito vonią, pripildytą šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo, priešingo elektrodo panardinimą į elektrolitą arba jo pripildymą elektrolitu, modifikuotos bangos pavidalo kintamos elektros srovės iš maždaug 700 V aukštos įtampos šaltinio praleidimą dengiamo metalo paviršiumi, besiskiriantis tuo, kad padidina modifikuotą bangos pavidalo elektros srovę nuo nulio iki jos maksimalios reikšmės ir sumažina ją iki reikšmės, mažesnės nei 40% jos maksimalios reikšmės, greičiau nei ketvirtį pilno kintamo ciklo, taip sukeliant hidroksido plėvelės, formuojamos metalo paviršiuje, dielektrinę iškrovą, šildymą, lydymą ir terminį sutankinimą, suformuojant ir suvirinant keraminę dangą su šiuo metalu, ir keičia elektrolito sudėtį keraminės dangos formavimo metu, pridėdant šarminio metalo deguoninės rūgšties druskos.
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad gamina šią modifikuotą bangos pavidalo kintamą elektros srovę, naudojant kondensatorių bateriją, sujungtą nuosekliai tarp aukštos įtampos šaltinio ir šio metalo.
3. Būdas pagal 1 ar 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad prideda natrio tetrasilikato.
4. Būdas pagal bet kurį prieš tai buvusį punktą, skirtas kuo tvirčiau pritvirtinti dangą prie metalo, besiskiriantis tuo, kad naudoja elektrolitą, susidedantį iš vandens tirpalo, turinčio 0,5-2 g/litre natrio hidroksido.
5. Būdas pagal bet kurį prieš tai buvusį punktą, skirtas kuo tvirčiau pritvirtinti dangą prie metalo, besiskiriantis tuo, kad naudoja elektrolitą, susidedantį iš vandens tirpalo, turinčio 0,5-2 g/litre kalio hidroksido.

6. Būdas pagal bet kurį prieš tai buvusį punktą, besiskiriantis tuo, kad parenka amorfinį elementą iš grupės, susidedančios iš B, Al, Si, Ge, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Se, Te, P, Ti, Zr, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn ir Fe, prideda druskos nuo 2 iki 200 g/litru tirdalo.
7. Būdas pagal bet kurį prieš tai buvusį punktą, besiskiriantis tuo, kad prideda smulkių pigmentinės medžiagos dalelių, gaunant pageidaujamos spalvos dangą.
8. Būdas pagal bet kurį prieš tai buvusį punktą, skirtas gauti neakytą dangą, besiskiriantis tuo, kad palaipsniui mažina srovę ir sustabdo dangos formavimo procesą.
9. Keramika dengtas metalo gaminy, pagamintas apibūdintu bet kuriame prieš tai buvusiam punkte būdu.
10. Įrenginys konvejeriniam gaminių, pagamintų iš metalo, parinkto iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinų, dengimui keramika, susidedantis iš:
 - elektrolito vonios, pripildytos šarminio metalo hidroksido vandens tirdalo;
 - elektrodo, panardinto į elektrolitą, arba pripildyto elektrolito;
 - kito elektrodo, susidedančio mažiausiai iš vieno iš šių dengiamų gaminių, ir šio gaminio panardinimo į elektrolitą priemonės;
 - kintamos elektros srovės, tiekiamos iš mažiausiai 700 V aukštos įtampos šaltinio, šaltinio;
 - kintamos elektros srovės bangos formavimo priemonės, besiskiriantis tuo, kad turi kintamos elektros srovės šaltinį, padidinantį bangos pavidalo elektros srovę nuo nulio iki maksimalios reikšmės ir sumažinantį iki reikšmės, mažesnės nei 40% jos maksimalios reikšmės, greičiau nei per pilno kintamo ciklo ketvirtį; sujungiklius, sujungiančius elektrocheminę grandinę; ir
 - šarminio metalo deguoninės rūgšties druskos kontroliuojamo kiekio pridėjimo į vonią, įrenginiui veikiant, priemonę.

11. Įrenginys pagal 10 punktą, besiskiriantis tuo, kad aukštos įtampos šaltinis yra 1000 V pakopinis transformatorius, o kintamos elektros srovės formavimo į bangą priemonė yra kondensatorių baterija, prijungta nuosekliai tarp aukštos įtampos šaltinio ir metalo gaminio.
12. Įrenginys konvejeriniam gaminių, pagamintų iš metalo, parinkto iš grupės, susidedančios iš aliuminio, cirkonio, titano, hafnio ir jų lydinių, dengimui keramika, susidedantis iš:
- pirmosios elektrolito vonios, pripildytos šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo;
 - antrosios elektrolito vonios, pripildytos šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo, į kurį yra pridėtas nedidelis šarminio metalo deguoninės rūgšties druskos kiekis;
 - trečiosios elektrolito vonios, pripildytos šarminio metalo hidroksido vandens tirpalo, į kurį pridėtas didesnis nei antrojoje vonioje šarminio metalo deguoninės rūgšties druskos kiekis;
 - elektrodų, panardintų į elektrolitą ar pripildytų elektrolito;
 - gaminų transportavimo iš pirmosios vonios į antrąją vonią ir po to į trečiąją vonią priemonės;
 - kintamos elektros srovės, tiekiamos iš mažiausiai 700 V aukštos įtampos šaltinio, šaltinio;
 - kintamos elektros srovės bangos formavimo priemonės, besiskiriantis tuo, kad turi kintamos elektros srovės šaltinį, padidinantį bangos pavidalo elektros srovę nuo nulio iki maksimalios reikšmės ir sumažinantį iki reikšmės, mažesnės nei 40% jos maksimalios reikšmės, greičiau nei per pilno kintamo ciklo ketvirtį;
 - ir
 - sujungiklius, sujungiančius elektrocheminę grandinę kiekvienoje vonioje.
13. Įrenginys pagal 12 punktą, besiskiriantis tuo, kad aukštos įtampos šaltinis yra 1000 V pakopinis transformatorius, o kintamos elektros srovės bangos

formavimo priemonė yra kondensatorių baterija, prijungta nuosekliai tarp aukštos įtampos šaltinio ir metalo gaminio.

FIG. 1

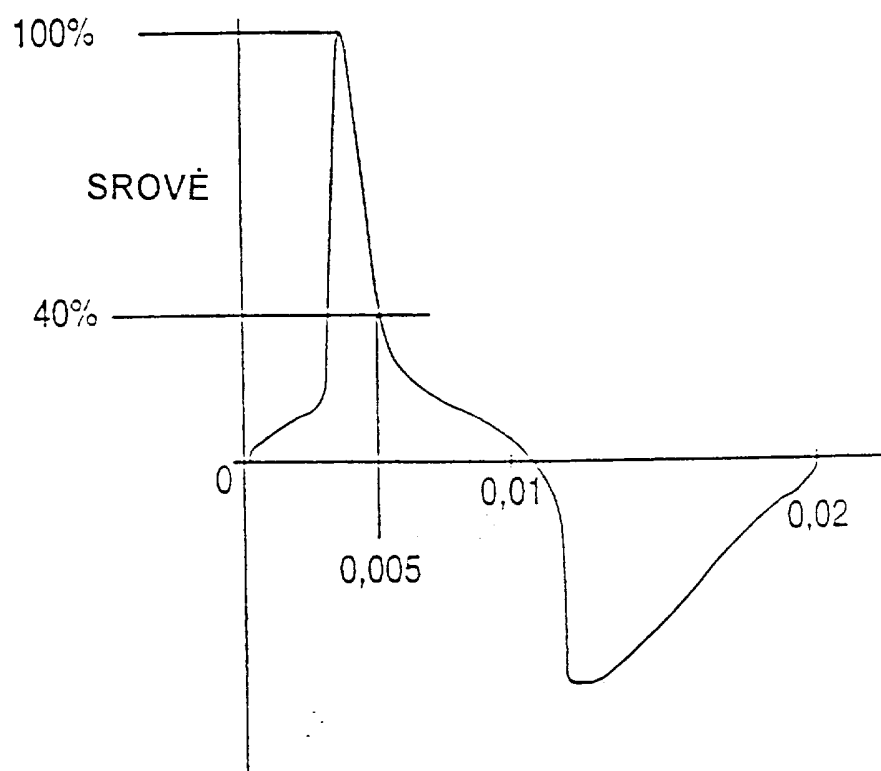


FIG. 2

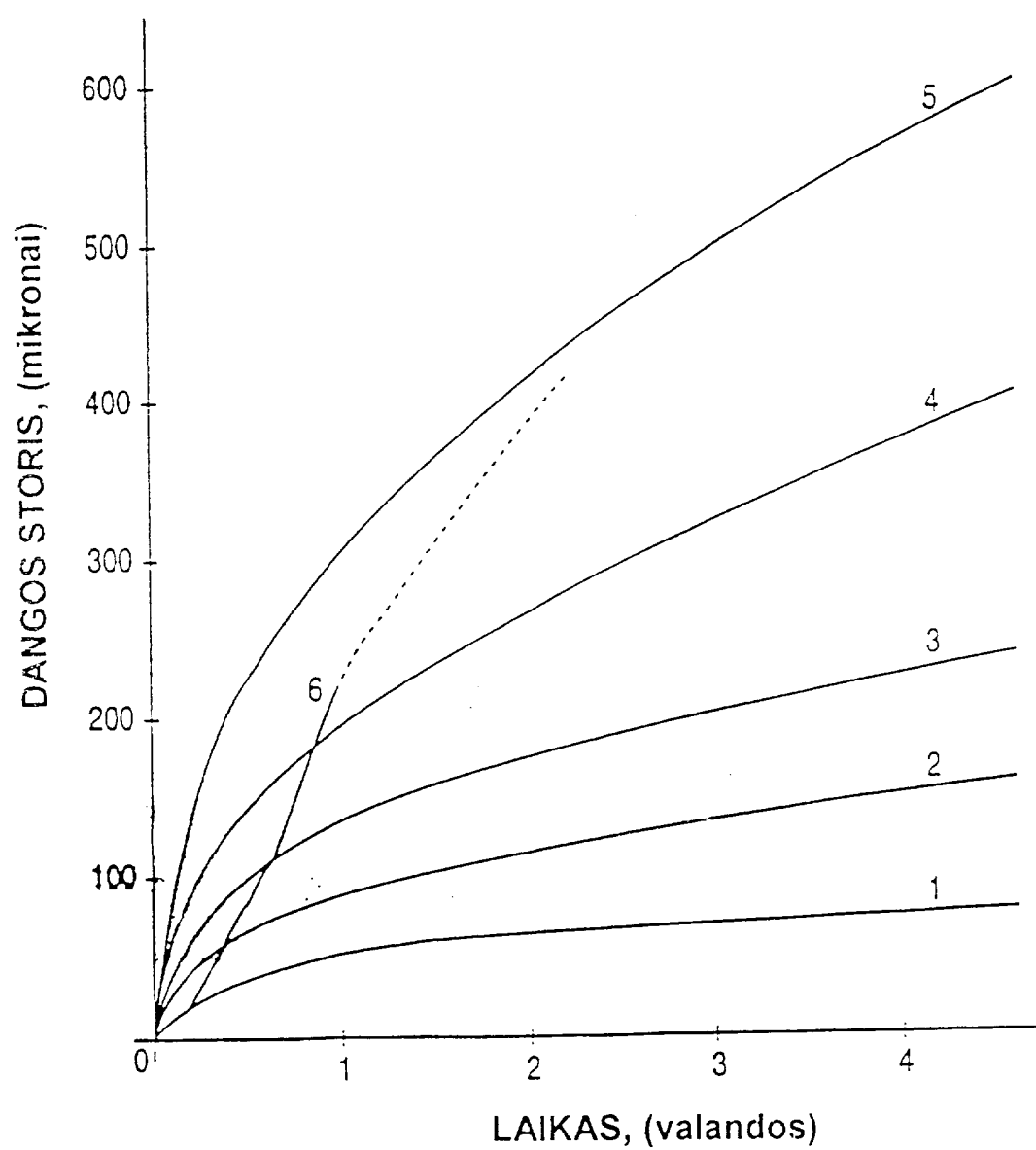


FIG. 3

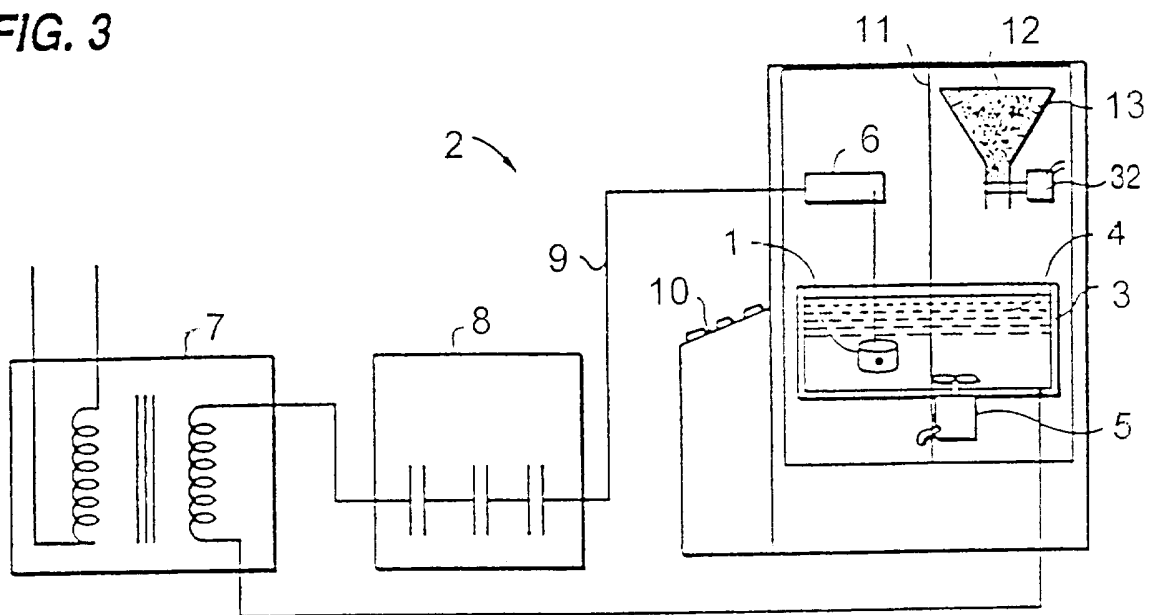


FIG. 4

