

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG
ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

210 114 B

(21) A bejelentés száma: 7373/90
(22) A bejelentés napja: 1990. 09. 12.
(30) Elsőbbségi adatok:
406 894 1989. 09. 13. US
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/US 90/05162
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 91/04358

(51) Int. Cl.⁶

C 25 D 1/04
C 25 D 3/38

(40) A közzététel napja: 1992. 04. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1995. 02. 28. SZKV 95/02

(72) Feltalálók:

Difranco, Dino F., Mayfield Village, Ohio (US)
Clouser, Sidney J., Chardon, Ohio (US)

(73) Szabadalmaz:

Gould Electronics Inc., Eastlake, Ohio (US)

(74) Képvisező:

S.B.G. & K. Budapesti Nemzetközi Szabadalmi
Iroda, Budapest

**(54) Nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, elektrolitikusan leválasztott
fólia előállítására szolgáló eljárás és elektrolitfürdő**

(57) KIVONAT

A találmány tárgya nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló, előnyösen IPC-CF-150E 1. osztályú vagy IPC-CF-150E 3. osztályú rézfólia, valamint annak elektrolitikus kialakítására vonatkozó eljárások. Az eljárás során egy rézionokat és szulfátionokat tartalmazó elektrolitoldathoz – melybe egy anód és egy katód merül – folyamatosan zselatinadalékokat – mely zselatinadalék peptidláncokkal összekapcsolt aminosavak 10 000–300 000 molekulatömegű, hosszúláncú fehérjepolimerje – adagolnak és az anód és a katódon

keresztül elektromos áramot vezetnek az elektrolitoldatba, és így rézfóliát választanak le a katódon.

A találmány értelmében úgy járnak el, hogy a zselatinadalék mellett egy aktív kéntartalmú adalékanyagot is adagolnak, amelynek kétvegyértékű kénatomja mindkét vegyértékével közvetlenül egy szénatomhoz kapcsolódik, és a szénatomhoz közvetlenül egy vagy több nitrogénatom is kapcsolódik, és az aktív kéntartalmú adalékanyag koncentrációja az elektrolitoldatban legalább 0,28 ppm.

A jelen találmány nyomtatott áramkörü lapok előállítására szolgáló, maratható, vezető rézfóliák előállítására vonatkozik, különösen az ilyen fóliák tulajdonságainak szabályozására szolgáló elektrolitikus leválasztási eljárásokra és elektrolitfürdőkre. Közelebről a találmány azon eljárásokra és elektrolitfürdőkre vonatkozik, amelyek a fóliák olyan tulajdonságainak szabályozására szolgálnak, mint amilyen a felületi érdesség, nyúlás, szakítószilárdság és duktilitás. Ezen tulajdonságok szabályozásával az elektrolitikus leválasztási műveletet nagyobb hatékonysággal lehet végrehajtani.

A nyomtatott áramkörü lapok (NYÁK) széleskörű felhasználást nyertek számos alkalmazási területen; rádiókban, televíziókban, számítógépekben, stb. Különleges érdeklődésre tartanak számot a többretegű NYÁK lemezek, amelyeket az elektrolitikus alkotórészek miniatürizálására irányuló igény, valamint a nagy elektromos huzalozási- és alkatrészszűrűséggel rendelkező NYÁK lapok iránti szükséglet kielégítése céljából fejlesztették ki. A NYÁK-ok gyártásáról a nyersanyagokat, így a vezető fóliákat – amelyek általában rézfóliák – és a szerves műgyantákból és megfelelő erősítőanyagokból álló szigetelő alaplemezeket egymásra helyezik, majd nyomás és hő hatásának teszik ki őket, hogy a NYÁK lemezként (laminátokként) ismeretes terméket kapjuk. A NYÁK lemezeket azután a NYÁK lapok gyártásánál használják fel. Ezen művelet során a NYÁK lemezeket maratják – azaz a NYÁK lemez felületéről eltávolítják a vezető fóliaréteg megfelelő részeit –, hogy a huzaloknak és az így kialakított áramkörü elemeknek pontos mintázata maradjon vissza a maratott NYÁK lemez felületén. A NYÁK lemezeket, illetve a NYÁK lemezek anyagait ezután a maratott termékekkel együtt egymásra helyezik, hogy többretegű áramkörü lapokat alakítsanak ki. Az ezutáni műveletek, így a furatkészítés és az alkatrészbeültetés után kapják meg a kész NYÁK terméket.

Többretegű áramkörü lapok esetében belátható, hogy a rézfólia vastagságának változásai a rézfólián belüli átviteli jellemzők inhomogenitásához vezetnek és ez bármely adott NYÁK esetében előre kiszámíthatatlan elektromos jellemzőkben nyilvánul meg. Ahogy nő az integrált áramkörök sebessége, úgy lesz egyre súlyosabb ez a probléma. Az alaplemez dielektromos állandója és vastagsága a huzalok magasságával, szélességével, hosszával és egymástól való távolságával jellemző tulajdonságát meghatározza.

A NYÁK-iparnak a miniatürizálás valamint az egysegteljesítmény növelése iránti igénye egyre keskenyebb, egyre sűrűbben egymás mellé zsúfolt huzalozáshoz vezet, mindezt egyre vékonyabb alaplemezen kívánják elérni. A réz huzalozással összekötött félvezető elemek egyre nagyobb kapcsolási sebessége a „szkin effektus” miatt – amely egy vezetőben nagyfrekvencián való működéskor lét fel – újabb és újabb igényeket támaszt a NYÁK-okkal szemben. A kész NYÁK elektromos teljesítményére a rézfólia jellemzői jelentős hatással vannak. A NYÁK-gyártás során a rézfólia mechanikai tulajdonságai szintén komoly jelentőséggel bírnak. Például a többretegű NYÁK lemezekben alkalmazott fémfóliának

nem szabad berepednie a furatkészítéskor. Hasonlóképpen, azok a fóliák, amelyek a lemez kialakítása alkalmával kevésbé hajlamosak a gyűrődésre, előnyben részesülnek a kevesebb selejt miatt.

5 Az elektrolitikus leválasztási eljárásokkal történő rézfólia előállítás során egy galvanizáló kádat használnak, amely áll egy anódból és egy katódból, egy elektrolitfürdő oldatból – amely általában réz-szulfátot és kénsavat tartalmaz – és egy megfelelő feszültségű áramforrásból. Amikor az anód és a katód között feszültségkülönbséget hoznak létre, réz fog leválni a katód felületén.

10 Az eljárás elektrolit készíttéssel kezdődik, amikor is általában fémrezt oldanak fel kénsavban. Miután a réz feloldódott, az oldatot intenzív tisztítási eljárásoknak vetik alá, hogy ezzel is biztosítsák, az elektrolitikusan leválasztott fóliában nem lesz repedés, illetve folytonossági hiány. A paraméterek szabályozása céljából különféle vegyszereket szoktak az oldatba adagolni.

20 Az oldatot ezután a galvanizáló kádba szivattyúzzák, és amikor az anód és a katód között feszültségkülönbséget hoznak létre, a katódon rézleválás következik be. A folyamat során jellemző módon forgó, hengeres katódokat (dobokat) használnak, amely különféle átmérőjű és hosszúságú (alkotójú). Ezt követően az elektrolitikus leválasztott fóliát folyamatos szalagként távolítják el a katódról, a katód forgásának megfelelően. Az anód jellemző módon úgy van kialakítva, hogy a katód alakjához idomuljon úgy, hogy a kettőjük közti rés vagy távolság állandó legyen. Ez azért célszerű, hogy a szalagban mindenütt egyforma vastagságú fóliát kapjanak. Az ilyen, hagyományos, elektrolitikus leválasztási módszerrel előállított rézfóliának van egy sima, fényes (doboldali) oldala és egy durva vagy matt (rézleválási) oldala. Hagyományosan ilyen fóliákat ragasztanak a szigetelő alaplemezekre, hogy ezáltal kapják meg a szükséges szerkezeti és méretstabilitást. Ebből a szempontból kiindulva hagyományosan módon az elektrolitikusan leválasztott fólia matt oldalát ragasztják az alaplemezre úgy, hogy a fólia fényes oldala a NYÁK lemez külső oldalán legyen. Gazdasági szempontból nagyon jó szigetelő alaplemezeket lehet előállítani részben kikeményített műgyantákkal – általában-epoxigyantákkal – impregnált erősítő üvegszövetből. Ezen szigetelő alaplemezeket általában „prepreg”-eknek nevezik.

45 A NYÁK lemezek gyártásához, hagyományosan mind a prepreget, mind az elektrolitikusan leválasztott rézfóliát hosszú szalagokban, feltekercselve szállítják. A feltekercselt anyagokat letekerik és négyszögletes lapokra vágják. A négyszögletes lapokat ezután egymásra fektetik, illetve összerakják egységekből álló rakatokba. Minden egyes egység egy prepreg lapból szokott állni, mindkét oldalán egy-egy fóliával, és minden esetben a rézfólia matt oldalával fekszik a prepregen úgy, hogy a fólialapok fényes oldala látható az egységek mindkét oldalán.

55 Az egységeket ezután a lamináló prés lemezei között a szokásos laminálási hőmérsékletnek és nyomásnak vetik alá. Így készítik azokat a NYÁK lemezeket, amelyek két rézfólia lap között elhelyezett prepreg szendvicsből épülnek fel.

Az eljárásban hagyományosan alkalmazott prepregek egy részben kikeményített kétállapotú műgyantával impregnált erősítő üvegszövetből szoktak állni. Amikor nyomást és hőt alkalmaznak, a rézfólia matt oldala erősen a prepregre préselődik, valamint az egységre ható magas hőmérsékletet aktiválja a gyantát és beindul a kikeményítés, azaz létrejönnek a gyantában a keresztöltések és így létrejön a fólia és a prepreg szigetelő alaplemez között a szilárd kötés. Általában a laminálási művelet során alkalmazott nyomástartomány kb. 1,7 MPa és kb. 5,1 MPa (250–750 psi), hőmérséklettartomány kb. 177 és kb. 232 °C között van, a ciklusidő kb. 40 perc és kb. 2 óra között van. A kész NYÁK lemezeket lehet NYÁK lapok előállítására felhasználni.

A NYÁK felhasználásra szánt vezető fóliákat hagyományosan még külön kezelésnek is alá szokták vetni, legalábbis a matt oldalon, a NYÁK lemez és a matt oldal közötti kötési szilárdság és tapadás növelése végett. Jellemzően a fólia kezelésére egy felületkezelő anyaggal való kezelésből szokott állni, felületnövelés céljából, hogy ilyenformán növeljék a kötési szilárdságot és a tapadást. A fóliát lehet még kezelni egy hógátat képező réteg kialakítása céljából, – amely lehet bronz – hogy megakadályozzák a hőmérsékletváltozással bekövetkező kötéserő csökkenést. Végül a fóliát lehet egy stabilizáló anyaggal is kezelni a fólia oxidációja megakadályozása céljából. Ezen kezelési módszerek jól ismertek, így ezen a helyen nem szükséges azokat tovább tárgyalni.

Számos gyártási módszer ismeretes NYÁK lemezekből történő NYÁK lapok gyártására. Továbbá milliányi lehetséges végfelhasználási terület van. Ezen módszerek és a végfelhasználási területek jól ismertek, ezért szükségtelen itt részletesen tárgyalnunk azokat. Legyen elég itt annyit mondanunk, hogy minden egyes módszernek és végfelhasználási területnek megvan a saját speciális követelményrendszere, amelyek gyakran előírják a fóliának, magának a fizikai, illetve kémiai jellemzőit. Ilyenformán az ipar egy egész követelménysorozatot állított fel és a rézfóliáknak nyolc különböző kategóriáját vagy osztályát határozták meg. Ezeket a követelményeket és a

nyolc fóliaosztály mindegyikének jellemzőit az Elektronikus Áramkörök Csatlakoztatásának és Összeépítésének Intézete (Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits, rövidítve: IPC) egy kiadványában tették közzé, „Rézfóliák nyomtatott huzalozási célokra” (Copper Foil for Printed Wiring Applications) címmel IPC–CF-150X számon.

Az IPC–CF-150X sz. dokumentum – ahol X jelenti ABC sorrendben a különféle módosításokat – tartalmazza a nyomtatott áramkörök gyártására szolgáló rézfóliák elfogadott műszaki paramétereire és teljesítményére vonatkozó előírásokat. Ezen dokumentumot a maga teljes egészében tartalmazza a MIL–P–13949 sz. katonai szabványelőírás, amely a nyomtatott áramköri lapok gyártásánál használatos műanyagszigetelő NYÁK alaplemezekre és műanyagkötésű lapokra vonatkozik. Ennélfogva a fóliáknak az IPC–CF-150X szabványnak való megfeleltetése automatikusan biztosítja a katonai szabványelőírásoknak megfelelő minősítést is.

A jelen IPC kiadvány az E módosítás, 1981. májusában közzétéve IPC–CF-150E szám alatt.

Az IPC–CF-150E-ben jelent meg a következő táblázat, amely minden egyes fóliaosztályra megadja bizonyos mechanikai tulajdonságok minimális értékét (lásd 1. táblázatot), amely fóliaosztályokat az IPC–CF-150E határozza meg. Az ipar által talán a legszélesebb körben alkalmazott az IPC 1. osztály, amelyre néha egyszerűen mint standard fóliára hivatkoznak. Az IPC 1. osztályú fólia egy elektrolitikus leválasztott fólia, amelynek szobahőmérsékleten elég jó duktilitási jellemzői vannak. Egy másik fóliaosztály, amely az iparban széleskörű alkalmazást nyert az IPC 3. fóliaosztály, amelyre néha úgy hivatkoznak, mint növelt hőmérsékleten nagy duktilitású fóliára. Az IPC 3. osztályú fólia egy elektrolitikus leválasztott fólia, amelynek nagy duktilitása van növelt hőmérsékleten, amelyek különösen az átmenő furatoknál lépnek fel a forrasztás során bekövetkező hődilatació különbségek következtében, illetve a magas hőmérsékleten történő alkalmazás során.

1. táblázat

Rézfóliák mechanikai tulajdonságai (minimális értékek)

(A rézfóliák mind hossz-, mind keresztirányban feleljenek meg a szakítószilárdsági és nyúlási követelményeknek)

Osztály	Vastagság µm	Szobahőmérsékleten, 23 °C-on				Növelt hőmérsékleten, 180 °C-on		
		Szakítószilárdság		Duktilitás, % Nyúlás 50,8 mm-en		Szakítószilárdság		Nyúlás, % 50,8 mm-en
		lbs/in ²	MPa	Húzás 0,85 mm/s	Fáradási duktilitás	lbs/in ²	MPa	Húzás 0,85 mm/s
E T Í P U S	1	17,1	15 000	103,35	2,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
		34,2	30 000	206,70	3,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
		68,4*	30 000	206,70	3,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
	2	17,1	15 000	103,35	5,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
		34,2	30 000	206,70	10,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
		68,4*	30 000	206,70	15,0	Nem lép fel	Nem vizsgálandó	
	3	17,1	15 000	103,35	2,0	Nem lép fel	–	–
		34,2	30 000	206,70	3,0	Nem lép fel	20 000	137,80
		68,4*	30 000	206,70	3,0	Nem lép fel	25 000	172,25

Osztály	Vastagság μm	Szobahőmérsékleten, 23 °C-on					Növelt hőmérsékleten, 180 °C-on		
		Szakítószilárdság		Duktilitás, % Nyúlás 50,8 mm-en			Szakítószilárdság		Nyúlás, % 50,8 mm-en
		lbs/in ²	MPa	Húzás 0,85 mm/s	Fáradási duktilitás		lbs/in ²	MPa	Húzás 0,85 mm/s
W T Í P U S	4	–	–	–	Nem lép fel		–	–	–
		34,2	20 000	137,80	10,0	Nem lép fel	15 000	103,35	4,0
		68,4*	20 000	137,80	15,0	Nem lép fel	15 000	103,35	8,0
	5	17,1	50 000	344,50	0,5	30,0	–	–	–
		34,2	50 000	344,50	0,5		20 000	137,80	2,0
		68,4*	50 000	344,50	1,0		40 000	375,60	3,0
	6	34,2	25 000-től 50 000-ig	172,25-től 344,50-ig	1,0-től 20,0-ig	30,0-től 65,0-ig	Nem vizsgálandó		
		68,4*	lágyítástól függő	lágyítástól függő	lágyítástól függő	lágyítástól függő			
	7	17,1	15 000	103,35	5,0	65,0	–	–	–
		34,2	20 000	137,80	10,0			14 000	96,46
		68,4*	25 000	172,25	20,0		22 000	151,58	11,0
	8*	17,1	15 000	103,35	5,0	25,0	Nem vizsgálandó		
		34,2	20 000	137,80	10,0				

* A megadott tulajdonságok 177 °C-on (350 °F) 15 percig tartó hőigénybevétel után értendők

** A 17,1 μm-nél vékonyabb rézfóliára vonatkozó minimális értékek a felhasználó és a szállító közti megegyezés tárgyát képezik.

A NYÁK-ok számára előállított rézfóliák két alapvető eljárással készülnek, hengerléssel vagy elektrolitikus leválasztással. A jelen találmányi bejelentés az utóbbira vonatkozik. Amint azt fentebb előadtuk, elektrolitikus leválasztással történő rézfóliaelőkészítés során feszültséget kapcsolnak a réztartalmú elektrolitfürdő oldatba merülő katód és anód közé. A réz elektrolitikusan fog leválni a katód felületén, vékony fémfilm alakjában. A fémfilm minősége és jellemzői számos paraméter függvénye, így függ az áramsűrűségtől, a hőmérséklettől, az alaptól – amire leválik – az oldat keverésétől és az elektrolitoldat összetételétől. Gyakran tesznek az elektrolitoldatba adalékokat is, hogy az elektrolitikus leválás bizonyos megkívánt tulajdonságokkal történjen, ezek egyik legfontosabbja egy bizonyos megadott felületi érdesség. Adalékanyagok hiányában a réz leválása – a kristályszerkezet hibáinak és a szemcsehatároknak a következtében – hajlamos egyenetlen érdességgel végbemenni. Továbbá egy bizonyos, megadott felületi érdesség gyakran igenis kívánatos a rézfólia felhasználója számára, hogy fokozott kötési szilárdságot kapjon a rézfólia és a szigetelő alaplemez között, amely alaplemezre a rézfóliát ragasztják. Az érdesség azáltal járul hozzá a kötési szilárdsághoz, hogy megnöveli a kötés számára rendelkezésre álló felületet.

Az elektrolitoldat gyakran szokott tartalmazni egy zselatinadalékokat a felületi érdesség szabályozása céljából. A leggyakrabban használt zselatinadalék valamilyen állati enyv. A feltételezések szerint az enyv azáltal hat, hogy adszorbeálódik az elektrolitikusan bevonódó felületen és ezáltal csökkenti a rézleválás csereáram sűrűségét. Ez egy olyan körülmény, amely a galvanizálás elmélete értelmében kedvezően hat sima rétegek leválására.

Az ismeretes módszer szerint a rézfóliát mintegy

100 g/dm³ rezet, mintegy 80 g/dm³ kénsavat és mintegy 80 ppm kloridiont tartalmazó elektrolitfürdőből szokták leválasztani. Az elektrolitikus leválasztás során enyvot is szoktak adagolni a fürdőbe kb. 30–660 mg/h · kA mennyiségben. A folyamat általában mintegy 60 °C-on történik kb. 22–155 A/dm² áramsűrűség mellett. Úgy találták, hogy a leválasztott rézfólia matt felületének érdessége az enyv-adagolás csökkentésével, illetve az áramsűrűség növelésével együtt nő. Az elektrolitpótlás folyadékáramát úgy állítják be, hogy a leválasztott anyagmennyiség az áramsűrűségből adódó maximális anyagátvitel alatt legyen. Ezen eljárás során az enyvadagolást a rézfólia tulajdonságainak megfelelően szokták változtatni, hogy az kielégítse a különböző követelményeket. Az ilyen módszerrel előállított rézfóliák jellemző felületi érdessége a matt oldalon 17,1 μm vastag rézfólia esetén kb. 4,75 és kb. 8 μm között volt, 34,2 μm vastag rézfólia esetén kb. 6.54 és kb. 10 μm között volt, míg 68,4 μm vastag rézfólia esetén kb. 8,75 és kb. 15 μm között volt. Surftronic 3 profilométerrel (Rank Taylor Hodson Ltd., Leicester, Anglia) mérve. Ezzel a módszerrel IPC 1. osztályú fóliákat állítottak elő 300 és 660 mg/h · kA enyvadagolás mellett, míg az IPC 3. osztályú fóliák 300 mg/h · kA-nál kisebb enyvadagolás mellett készültek. Alacsony profilú (kis feszültségű) fóliákat lehet előállítani kb. 660 mg/h · kA fölé növelt enyvadagolással.

Az ismert módszer egyik hátránya az, hogy a leválasztott fólia vastagságának növekedtével a felületi érdesség nő és az egyes elszigetelt egyenetlenségek száma is nő. Az elszigetelt egyenetlenségeket egyenletes, sima területek választják el egymástól és ezek a rézfóliát bizonyos, kritikus elektronikus alkalmazási célokra használhatatlanná teszik. Ezen felületi érdesség növe-

kedést elkerülendő az áramsűrűséget kell csökkenteni, amely viszont termelési kapacitáscsökkenést jelent. Az ismert módszer egy másik hátránya az, hogy a kis mattoldali felületi érdességű rézfóliák (alacsony profilú fóliák) nem egykönnyen állíthatók elő a fizikai tulajdonságok, így a növelt hőmérsékleti nyúlás romlása nélkül. Ilyenformán alacsony profilú IPC 3. osztályú fóliák általában nem állíthatók elő az ismert módszerekkel a hatékonyság tekintélyes romlása nélkül. Ebből a szempontból az elérhető legkisebb felületi érdesség az IPC 3. osztályú előállítására szolgáló ismert módszerek esetében hozzávetőlegesen 11–12 μm volt 68,4 μm vastagságú fóliáknál, hozzávetőlegesen 7–8 μm volt 34,2 μm vastagságú fóliáknál és hozzávetőlegesen 5–6 μm volt 17,1 μm vastagságú fóliáknál. Továbbá az elérhető legkisebb felületi érdesség az IPC 1. osztályú fóliák előállítására szolgáló ismert módszerek esetében hozzávetőlegesen 5,2 μm 68,4 μm vastagságú fóliáknál, mintegy 5 μm 34,2 μm vastagságú fóliáknál és mintegy 4,6 μm volt a 17,1 μm vastagságú fóliánál. Másrészt a kb. 4,5 μm alatti felületi érdességű, alacsonyprofilú fóliák néha szükségesek lennének, mivel azok finomabb vezetékhátrókat, jobb impedancia szabályozást és csökkentett terjedési késedelmet tudnának biztosítani. Az alacsonyprofilú fóliákat különösen a szalagos, automatizált, ragasztási eljárásoknál szeretik alkalmazni. Általában a kis felületi érdesség lehetővé teszi a fóliának a szigetelő alaplemezhez történő ragasztásához szükséges műgyantamennyiség csökkentését, valamint a vékonyabb NYÁK-lemezek alkalmazását.

A fentebb leírt szakterületi alapoknak és azoknak az eljárásoknak, ahol enyvet használnak egyes tulajdonságoknak, mint például a felületi érdességnek és a duktilitásnak a szabályozására, sok jellemző és komoly hátránya van. Először is, ha az eljárást standard IPC 1. osztályú fóliák előállítására használják, az eljárás össztermelékenységét az a tény korlátozza, hogy az áramsűrűség növelését általában a felületi érdesség növekedése és a duktilitás csökkenése szokta kísérni. Másodszor a felületi érdesség csökkentése és alacsony profilú fóliák előállítása érdekében az enyvadagolás fokozása szükséges; a fokozott enyvadagolás azonban a duktilitás csökkentését eredményezi. Ilyenformán csökkenteni kell az áramsűrűséget, hogy kompenzálni lehessen a duktilitás romlását. Végül, megfelelő IPC 3. osztályú fólia előállításakor csökkenteni kell az enyvadagolást, de ez a felületi érdesség növekedését fogja okozni. Így, ebben az esetben is csökkenteni kell az áramsűrűséget, hogy kompenzálni lehessen a felületi érdesség növekedését.

Általánosan ismert az elektrolitikus rézraffináló üzemekben az, hogy simább felülettel rendelkező tömbkatódok előállítására felületaktív anyagokat lehet használni. A simább felületre a rézraffináló üzemekben a hatékonyság szempontjából van szükség. A rézkatódokra a raffináló üzemben jelentős vastagságú, azaz több milliméteres rétegeket választanak le. Ahogyan vastagodik a leválasztott réteg, a katód úgy lesz egyre durvább és extrém esetekben a katódon képződő tűk és

csomók zárlatot okoznak a cellákban. Amikor zárlat alakul ki, a leválás megszűnik. A leválási teljesítmény fenntartása érdekében a katódot cserélni kell még a zárlat bekövetkezése előtt. A katódcsereik számának minimalizálása és az egyes katódokon leváló rézréteg vastagságának növelése érdekében az elektrolitikus raffináló üzemek már régóta használnak adalékanyagokat, mint például állati enyvet, kloridiont és tiokarbamidot a katódon kialakuló tűk és csomók képződésének visszaszorítására.

A elektrolitikus raffináló üzemek már régóta szeretnék még jobb minőségű rézkatódokat előállítani, például a szuperfinom rézhuzalok nyersanyaga számára. E. H. Chia és munkatársai „Szerves adalékok; a rézkatódokban lévő hidrogén eredete” című cikkükben írnak erről; *Journal of Metals*, April, 1987, p. 42–45. Chia és munkatársai a szerves adalékok alkalmazását tárgyalják a réz elektrolitikus raffinálásakor, köztük a tiokarbamid-enyv kombinációt is. Chia és munkatársai különösen azt a feltételezésüket hangsúlyozták, hogy a tiokarbamid elősegítő a raffináló kádban, a katódnál a hidrogénképződést.

S. E. Afifi és munkatársai „Adalékok viselkedése a réz elektrolitikus raffinálásakor” című cikkükben; *Journal of Metals*, February 1987, p. 38–41; szintén tárgyalják a szerves adalékoknak, mint például zselatinnak és tiokarbamidnak az elektrolitikus leválasztási folyamatokban való alkalmazását. Ebben a cikkben megállapítják, hogy lehet ilyen adalékokat alkalmazni a réteggkristályok méretének módosítására, hogy növeljék a réteg fényességét. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a tiokarbamid kis koncentrációban előnyösen hat a levált réteg felületi fényességére egészen nagy áramsűrűség értékéig, de nagyobb tiokarbamid koncentrációnál a réteg felületi fényessége gyorsan csökkenni kezd, feltételezhetően az elektróda felületére történő fokozott réz(II)-szulfid-, illetve kénkiválás miatt.

Knuutila és munkatársai „Szerves adalékok hatása a réz elektrolitikus kristályosodására” című munkájában; *The Electrorefining of Copper* (A réz elektrolitikus raffinálása); vizsgálja a tiokarbamid, az állati enyv és a kloridionok viselkedését a réz elektrolízisekor. Ez a cikk a réz elektrolízisekor fellépő polarizációs görbe változásokkal foglalkozik és arra utal, hogy egy tiokarbamidot tartalmazó elektrolitból nyert rézkatód mikrostruktúrája drasztikusan különbözik egy olyan fürdőből kapott katóddal, amely fürdő csak enyvet tartalmazott. Közelebbről, a tiokarbamid által mezőorientált (2 dimenziós) szerkezet nyilvánvaló volt és a szemcseméret is sokkal finomabb lett. Az állati enyv olyan mikroszerkezeteket hoz létre a leválasztott rézrétegben, amelynek bázisorientált szerkezete van.

Ibl és munkatársai „Határáramnál kapott elektrolitikusan leválasztott rétegek jellegzetességei” című cikkükben [*Elektrochimica Acta*, Vol. 17, 733–739 oldal (1972)] leírják a tiokarbamidnak, mint simító adalék alkalmazását savas réz-szulfát oldatban.

Franklin „Adalékanyagok hatásának bizonyos mechanizmusai az elektrolitikus leválasztás folyamataiban” című cikkében [*Surface and Coatings Techno-*

logy, Vol. 30, 415–428., oldal (1987)] számos adalékanyag alkalmazását tárgyalja az elektrolitikus leválasztási folyamatokban, így a réz esetében is leír egyet.

Míg az enyvnek és a tiokarbamidnak a felületen levált rétegre gyakorolt hatása ilyenformán jól ismert a réz elektrolitikus raffinálásának gyakorlatában és elméletében – hogy vastag rézrétegeket állítsanak elő – a tiokarbamidot korábban nem alkalmazták a rézfóliagyártó iparban az olyan tulajdonságoknak, mint a NYÁK iparban alkalmazandó vékony rézfóliák felületi érdességének, szakítószilárdságának, nyúlásának, illetve duktilitásának szabályozására.

A jelen találmány a fentebb vázolt problémákat célozza meg azáltal, hogy a nyomtatott áramköri felhasználásra szolgáló rézfóliák előállítására használt, meglevő elektrolitikus eljárások esetében továbbfejlesztést jelent. A találmány azon eljárásokkal kapcsolatban alkalmazható, amelyek ilyen rézfóliák elektrolitikus előállítására vonatkoznak, aholis elektromos áramot kapcsolnak egy rézionokat, szulfácionokat és zselatin adalékot tartalmazó elektrolit oldatban elhelyezkedő katód és anód közé, hogy a rézfóliát elektrolitikus válasszák le a katódra. A találmányt alkalmazó ilyen eljárásnál a továbbfejlesztést az jelenti, hogy az oldatba beviszünk egy aktív kéntartalmú adalékanyagból olyan mennyiséget, amely szabályozza az elektrolitikusan leválasztott fólia jellemzőit. A jelen találmány egyik szempontja az, hogy az ilyen aktív kéntartalmú adalékanyag mennyiségét úgy lehessen beállítani, hogy az csökkentse az elektrolitikusan leválasztott fólia felületi érdességét. A jelen találmány másik szempontja az, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyag mennyiségét úgy is be lehessen állítani, hogy növelje az elektrolitikusan leválasztott fólia szakítószilárdságát. A jelen találmány egy újabb szempontja az, hogy az aktív kéntartalmú vegyület mennyiségét úgy is be lehessen állítani, hogy lehetővé váljon az anód és a katód közé kapcsolt elektromos áram erősségének növelése anélkül, hogy megváltozzanak a fólia alapvető jellemzői.

A jelen találmánynak egy nagyon fontos szempontja az, hogy az általa megvalósított eljárás képes megvalósítani olyan IPC 3. osztályú fólia előállítását, amelynek felületi érdessége kisebb, mint a szakmai alapokat képező eljárásokkal elérhető felületi érdesség. Továbbá, a jelen találmány lehetővé teszi IPC 3. osztályú fóliák előállítását az idáig elérhetőnél nagyobb áramsűrűségek mellett.

A jelen találmány egyedi megvalósításakor a zselatinadalék állati enyv lehet. Egy másik fontos megvalósítás, hogy az aktív kéntartalmú adalék tiokarbamid lehet. A találmány egyik nagyon fontos szempontjából az elektrolitba adagolandó állati enyv mennyisége kb. 12 mg/kA · h és kb. 1200 mg/kA · h között lehet, az elektrolitba adagolandó tiokarbamidé kb. 75 mg/kA · h és kb. 3000 mg/kA · h között lehet.

A jelen találmány eképpen megvalósít egy olyan eljárást, amely nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló alacsony profilú rézfólia előállítását célozza, amely eljárás tartalmazza a rézionokat, szulfácionokat, egy zselatinadalékot és egy felületi érdesség csökkentő

mennyiségű aktív kéntartalmú adalékot tartalmazó elektrolitoldat rézfürdő elkészítését és aztán a fürdő oldatból a réz katódosan, lemezalakban történő leválasztását, amely olyan vastag fóliát alkot, hogy az megfelel a nyomtatott áramköri alkalmazásokhoz. Továbbá az aktív kéntartalmú adalék célszerűen tiokarbamid legyen.

Egy másik fontos szempontból a jelen találmány megvalósít egy olyan elektrolit fürdőt, amely nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló rézfólia elektrolitikus leválasztását célozza, és amely fürdő vizes oldatban rézionokat, szulfácionokat, egy zselatinadalékot és egy felületi érdesség csökkentő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékot tartalmaz. A jelen találmány egyik igen fontos szempontjából az aktív kéntartalmú adalék tiokarbamid legyen és a fürdőben jelenlévő tiokarbamid mennyisége kb. 0,28 ppm és kb. 11,1 ppm között legyen.

A jelen találmány ugyancsak megvalósít egy olyan elektrolit fürdőt, amely nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló rézfólia elektrolitikus leválasztását célozza, és amely fólia fokozottan ellenáll a gyűrődésnek. A jelen találmánynak ebből a szempontjából a fürdő egy vizes oldatból álljon, amely rézionokat, szulfácionokat, egy zselatinadalékot és egy szakítószilárdságot növelő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékot tartalmaz. A jelen találmány ugyancsak megvalósít egy olyan eljárást, amely nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló alacsonyprofilú rézfólia előállítását célozza, és egy olyan rézleválasztó galvánfürdő oldatot használ, amely fürdő rézionokat, szulfácionokat, egy zselatinadalékot és egy szakítószilárdságot növelő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékot tartalmaz.

Egy másik fontos szempontból a jelen találmány megvalósít egy eljárást, amely olyan, nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló, elektrolitikus leválasztott rézfólia előállítását célozza, amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 1. és 3. osztály előírásainak. A jelen találmánynak ebből a szempontjából az eljárásban szerepelnek a rézionokat, szulfácionokat és zselatint tartalmazó rézleválasztó galvánfürdő oldat előállításának lépései; az elektromos áram fürdőbeni alkalmazása, a réznek abból katódosan, lemezalakban történő leválasztása céljából; és egy felületi érdesség csökkentő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékanyag a fürdőbe, hogy ilyen formán lehetővé váljon az áramsűrűség megfelelő növelése.

A jelen találmány ugyancsak megvalósít egy eljárást, amely olyan, nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló, elektrolitikusan leválasztott rézfólia előállítását célozza, amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 1. osztályú előírásainak és amely fokozottan ellenáll a gyűrődésnek. A jelen találmánynak ezen formájában szerepelnek a rézionokat, szulfácionokat és zselatint tartalmazó rézleválasztó fürdő oldat előállításának lépései; az elektromos áram fürdőbeni alkalmazása, a réznek abból katódosan, lemezalakban történő leválasztása céljából és egy szakítószilárdságnövelő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékanyag a fürdőben.

A jelen találmány ugyancsak megvalósít egy elektrolitfürdőt, amely egy nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgáló alacsonyprofilú rézfólia elektrolitikus leválasztását célozza, amely fürdő egy zselatin adalékot és egy felületi érdességet csökkentő mennyiségű aktív kéntartalmú adalékot tartalmazó vizes oldat. A jelen találmány ezen megvalósításakor az elektrolit fürdő rézszulfátnak és kénsavnak savas oldatát tartalmazza. Ezen felül a kéntartalmú adalék tiokarbamid és a zselatinadalék állati enyv lehet. A fürdő oldatban a tiokarbamid mennyisége kb. 0,28 ppm és kb. 11,1 ppm között lehet, az állati enyv mennyisége pedig kb. 0,044 ppm és kb. 4,4 ppm között lehet.

A jelen találmány szerinti eljárással és elektrolitfürdővel előnyösen például a következő rézfóliákat állítjuk elő: olyan 68,4 μm vastagságú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 1. osztály előírásainak és a felületi érdessége kb. 8,0 μm -nél kisebb; olyan 34,2 μm vastagságú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 1. osztály előírásainak és a felületi érdessége kb. 5 μm -nél kisebb; olyan 17,1 μm vastagságú fólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 1. osztály előírásainak, és a felületi érdessége kb. 4,6 μm -nél kisebb; alacsonyprofilú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 3. osztály előírásainak; olyan 68,4 μm vastagságú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely fólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 3. osztály tulajdonságainak és a felületi érdessége kb. 11 μm -nél kisebb; egy olyan 34,2 μm vastagságú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 3. osztály tulajdonságainak és a felületi érdessége kb. 7 μm -nél kisebb; és egy olyan 17,1 μm vastagságú rézfólia, amely nyomtatott áramkörü alkalmazásokra szolgál és amely rézfólia tulajdonságai megfelelnek az IPC-CF-150E 3. osztály tulajdonságainak és a felületi érdessége kb. 5 μm -nél kisebb.

Tágabb értelemben a jelen találmány szerint előállítható, elektrolitikusan leválasztott rézfóliák homogén, szabályozott felületi érdességgel, illetve javított mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A találmánnyal összhangban az ilyen fóliát nagyobb áramsűrűséggel lehet előállítani, mint ami a jelen technológiai szint mellett elérhető. A jelen találmány megvalósít egy módszert olyan, elektrolitikusan leválasztott rézfóliák előállítására, amelyek nagy növelhető hőmérsékletű nyúlással és egyúttal alacsony profillal rendelkeznek.

Összefoglalva, a találmány megvalósít egy módszert alacsonyprofilú fóliák gyártására a fólia nyúlásának azzal járó csökkenése nélkül. Továbbá alacsonyprofilú fóliát lehet előállítani az elektronizáló cellában alkalmazott áramsűrűség azzal párhuzamosan történő csökkentése nélkül. Továbbá a jelen találmánynak megfelelően szabványos fóliatermékeket lehet előállí-

tani növelt áramsűrűség mellett anélkül, hogy nagyobb felületi érdességet tapasztalnánk. Ezenfelül ez lehetővé teszi fokozott szakítószilárdságú és ennél fogva gyűrődésnek fokozottabban ellenálló fóliatermékek gyártását. Végül, a jelen találmány megvalósít egy módszert IPC 3. osztályú fóliák előállítására nagyobb áramsűrűségek esetén egy aktív kéntartalmú adalékanyag felületi érdesség csökkentő mennyiségben az elektrolitfürdőben való jelenléte eredményeképpen.

Az 1. ábra egy vázlatos folyamatábra, amely egy olyan galvánkádát mutat be, amely a jelen találmány elveit és alapjait meg tudja valósítani.

A 2. ábra oszlopdiagrammokon mutatja be a jelen találmány alkalmazásával elérhető előnyöket.

A 3A, 3B, 3C és 3D ábrák olyan mikroszkópos felvételek, amelyek a jelen találmánynak megfelelően előállított fóliák keresztmetszetének szemcseszerkezetét mutatják be.

A jelen találmány megvalósít egy módszert rézfólia termékeknek elektrolitikus leválasztással történő előállítására, amely elektrolízis során a fólia számos fontos fizikai tulajdonságát és jellemzőjét jól lehet szabályozni. Közelebbről, a jelen találmány megvalósítja a rézfólia elektrolitikus leválasztását katódos leválasztással egy olyan elektrolit oldatból, amely rézionokat, szulfátionokat és zselatinadalékot tartalmaz és amelyhez egy rézfóliatulajdonságot szabályozó mennyiségű aktív kéntartalmú adalékanyagot adagoltunk. Az aktív kéntartalmú adalékanyag, – amely adalékanyagban kétvegyértékű kénatom van és a kénatomnak mindkét vegyértéke közvetlenül kapcsolódik egy szénatomhoz egy vagy több nitrogénatommal együtt, amelyek szintén közvetlenül kapcsolódnak a szénatomhoz – bevitelle megvalósít egy olyan mechanizmust, amely az elektrolitikus leválasztás folyamata során az elektrolitikusan leválasztott fólia bizonyos kritikus jellemzőinek pontos szabályozását teszi lehetővé. Egy ilyen anyagnak a zselatinadalékot tartalmazó elektrolit oldatba való adagolásával a rézfólia felületi érdessége, nyúlása és szakítószilárdsága kézbe tartható és szabályozható. Ennek eredményeképpen az áramsűrűség növelése is gyakran lehetséges.

Aktív kéntartalmú adalékanyagként alkalmazhatunk például tioszemikarbamidot, tioacetamidot, tetrametil-tiurán -monoszulfidot, 1,2-dimerkapto-etánt, 2,5-ditiodikarbamidot vagy – legelőnyösebben – tiokarbamidot.

Az aktív kéntartalmú adalékanyag legalább 0,28 ppm mennyiségben kell jelen lennie a galvánfürdőben. A jelen találmánynak megfelelően vezetett galvanizálási művelet például egy olyan folyamatos galvanizáló rendszerben lehet végrehajtani, amelyet vázlatosan az 1. ábrán mutatunk be. A rendszer áll egy galvanizáló cellából (10), amelyben található az anód (12), a katód (14), a galvánkád (16) és a galvánkád (16) lévő elektrolit oldat (18), amelybe az anód (12) és a katód (16) megfelelő módon belemerül.

Az oldat (18) rézionokat, szulfátionokat, egy zselatinadalékot és egy aktív kéntartalmú adalékot tartalmaz és megfelelő, a szakmában jól ismert módszert alkal-

mazunk az elektromos áramnak a katód (14) és az anód (12) közti bevezetésére. Ilyenformán az oldatban (18) jelenlevő rézionok elektronokat vesznek fel a katód (14) külső felületén (14a), miáltal fémréz válik le fóliaréteggént, szalag (20) alakjában. A katód (14) folyamatosan forog a folyamat során a tengelye (14b) körül és a fóliaréteget (20) folyamatosan eltávolítjuk a felületről (14a), és egyúttal a galvanizáló cellából (10) egy folyamatos szalag alakjában, amelyből tekercset (20a) készítünk.

A folyamat során a rézionokat, szulfácionokat, zselatinadalékokat és aktív kéntartalmú adalékokat tartalmazó elektrolit oldat kimerül. Mivel a folyamatot célszerűen folyamatos műveletben valósítjuk meg, ezeket a komponenseket folyamatosan pótolni kell. Ezért a használt oldatot (18) egy csövön (22) keresztül kiszívjuk a rendszerből, és egy szűrőn (24), a beoldótartályon (26) és egy másik szűrőn (28) keresztül recirkuláltatjuk, majd visszavezetjük a galvánkádba (16) ismét egy csővezetéken (30) keresztül. Egy táptartályból (32) egy csővezetéken (34) keresztül kénsavat adagolunk a beoldótartályba (26) és egy adagolóból (36) fémresz vizünk a beoldótartályba (26), amint azt vázlatosan bemutatunk, a (38) vonal mentén. A fémresz a beoldótartályban (26) levő kénsav feloldja és így kapjuk a szükséges rézionokat.

A zselatinadalék pótlást a (40) táptalajból a (22) csővezetékbe, a recirkuláló oldatba adagoljuk egy csővezetéken (42) keresztül. Az aktív kéntartalmú adalékokat, a jelen találmánnyal összhangban a recirkuláló oldatba, a (30) csővezetékbe adagoljuk egy táptalajból (46) a (44) csővezetéken keresztül. A kéntartalmú adalékokat célszerűen egy a galvánkádhoz (16) olyan közeli ponton adagoljuk a recirkuláló oldatba, amennyire csak lehetséges, hogy minimálisra csökkentsük az aktív kéntartalmú adalékokat a beoldótartály (26) erősen savas recirkuláló folyadéka által okozott bomlását.

Általában elmondhatjuk, hogy az ipari alkalmazás során nagyon nehéz, ha ugyan nem lehetetlen a kloridionok jelenlétét az elektrolitoldatban (18) megakadályozni. Ebből a szempontból meg kell jegyeznünk, hogy a kloridionok a víznek és a kereskedelmi minőségű vegyszereknek általános szennyezői. Mivel a kloridionok hatással vannak a galvanizálással leválasztott fólia tulajdonságaira, fontos, hogy a kloridion koncentrációt ismert szinten tudjuk tartani, hogy ezáltal kiküszöböljük azokat a bizonytalanságokat, amelyek olyankor lépnek fel, amikor a kloridion koncentrációt általunk ismeretlenül ingadozik. A jelen találmány kidolgozásakor megállapítottuk, hogy megfelelő eredmények érhetők el, ha a kloridion koncentráció az elektrolitban kb. 20 ppm és kb. 200 ppm között marad, célszerűen kb. 30 ppm és kb. 100 ppm között, ideális esetben kb. 80 ppm. Az elektrolit oldatban jelenlevő kloridion koncentrációt szabályozó eszközök jól ismertek és azokat régóta alkalmazzák a vezető fóliáknak elektrolitikus leválasztással történő előállításában gyakorlott szakemberek.

Az elektrolit oldatban jelenlevő aktív kéntartalmú adalékokat és a zselatinadalékokat a koncentrációját cél-

szerűen azoknak állandósult állapotbeli fogyásával határozhatjuk meg. Ezek az adalékok a rézfólia kialakulása során annak felületén fejtik ki hatásukat és az ott fellépő reakciók során fogynak el. Azok a fóliának mind a belső részeire, mind a külső felületére hatást gyakorolnak és ilyenformán módosítják a szakítószilárdságot, a duktilitást és a nyúlást a felületi érdességen túlmenően.

A fogyási sebességet az egyes adalékoknak az elektrolit oldatbeli koncentrációja határozza meg, és ezt viszont az egyes komponenseknek az állandósult állapotban az elektrolitoldatba beadagolt mennyisége határozza meg. Az adagolási sebességet az egységnyi áramerősségre és egységnyi időre eső tömegként lehet meghatározni. Hagyományosan az aktív kéntartalmú adalékokat és a zselatinadalékokat az adagolását milligramm per ezer amperóra mértékegységben ($\text{mg/h} \cdot \text{kA}$) adjuk meg.

A különféle anyagoknak, mint például az aktív kéntartalmú adalékanyagoknak és a zselatinadalékoknak a külön-külön gyakorolt hatását – speciálisan a galvánfolyamatokban – számos korábbi szakirodalmi publikáció és szabadalom tárgyalta. Az aktív kéntartalmú adalékokat a 2.563.360 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalom (U. S. Letters Patent) tárgyalja és meghatározza. A 2.563.360 számú szabadalom számos olyan adalékokat ad közre, amelyek aktív ként tartalmaznak – köztük van a tiokarbamid is – amelyek a jelen találmánynak megfelelően alkalmazhatók. A jelen találmány céljaira azonban a tiokarbamid alkalmazása a legcélszerűbb, mivel az a kereskedelemben kapható, viszonylag olcsó és könnyű a kezelése. A továbbiakban ezért az előnyös megvalósítási módokat tiokarbamid alkalmazásával ismertetjük.

A zselatinadalékokat E. H. Chia és munkatársai, valamint S. E. Afifi és munkatársai fentebb idézett cikkeikben tárgyalták és meghatározták. Ennek megfelelően a hatásos zselatinadalékok peptidláncokkal, $-\text{CO}-\text{NH}-$ kötésekkel összekapcsolt aminosavak hosszuláncú fehérjepolimerjei, a molekulatömegük kb. 10 000 és kb. 300 000 közé esik. Általában állati enyvet szokás használni zselatinadalékként, mivel az viszonylag olcsó, a kereskedelemben kapható és könnyű a kezelése.

A tiokarbamidot hatásosan alkalmaztuk egy olyan elektrolit fürdő aktív kéntartalmú adalékaként, amely ezenfelül tartalmazott állati enyvet zselatinadalékként és kloridionokat is, és amely elektrolitot szabályozott, homogén felületi érdességű rézfólia előállítására használtunk. Mint ahogyan azt fentebb megállapítottuk, a kloridion koncentrációt az oldatban kb. 80 ppm értéke célszerű beszabályozni. Az állati enyv önmagában gyakran nem képes a lerakódott anyag egyenletességének és simaságának megkívánt mértékét hatékonyan megvalósítani, ilyenkor a tiokarbamid adagolás komoly felületi érdesség szabályozó hatást fejt ki. A tiokarbamid felületi érdesség csökkentő hatását annak tulajdonítjuk, hogy a felületen adszorbeálódik, és ez hat a lerakódott réteg növekedési felületének kristályszerkezetére. Amikor

tiokarbamid, állati enyv és kloridion van jelen egyidejűleg az elektrolit oldatban, alacsony, homogén, szabályozott érdességű rézfóliát lehet előállítani. Azt tételezzük fel, hogy az enyv és a kloridion kölcsönösen hatással vannak egymásra, és ezáltal a nemkívánatos hatásaikat kölcsönösen közömbösítik, és ezáltal lehetővé teszik, hogy a tiokarbamid kifejtse a kívánt hatását.

A jelen találmány szerint egyszerű módon lehet alacsonyprofilú IPC 1. osztályú fóliát előállítani. Ha jelen találmánynak megfelelően előállított fóliákat összehasonlítjuk azon IPC 1. osztályú szabványos fóliákkal, amelyeket tiokarbamid nélkül állítottak elő, az előbbieknél kisebb a felületi érdessége, kissé megnőtt a szakítószilárdságuk, valamivel alacsonyabban a nyúlási jellemzőik, valamint a kereszt-, illetve hosszirányú duktilitási tulajdonságaik, amelyek jobban izotrópok. Ez utóbbit tekintve, az 1. ábra fólia-szalagjának megfelelően a keresztirányú duktilitási tulajdonságokat a szalagra keresztbe mértük, azaz a katódos (14) forgástengelyével párhuzamos irányban, míg a hosszanti duktilitási tulajdonságokat a szalag hossza menti irányban. Ha a felületi érdességet nem szükséges minimalizálni (azaz, ha a szabványos felületi érdesség elegendő), az 1. ábrán látható elektrolizáló cellát (10) növelt áramsűrűséggel lehet üzemeltetni és ezáltal növelni lehet az eljárás termelékenységét.

Egy másik, a jelen találmány alkalmazásával elérhető, nem várt előny az, hogy az 1. osztályú fóliák szakítószilárdsága és rugalmassági modulusa is nagyobb lehet, mint amikor az állati enyv csak magában használtuk a felületi érdesség szabályozására. Az így előállított fóliáknak nagyobb a szakítószilárdsága és nagyobb a rugalmassági modulusa, ezért kevésbé hajlamosak a gyűrődésre. Ennek az eredménye egy olyan ipari alkalmazás, amikor a feldolgozás során kevesebb fólia sérül meg és ezáltal csökken a selejt.

1. példa

Induláskor a kísérleteket egy laboratóriumi rendszerben folytattuk le, ahol az elektrolit oldatban az enyvkoncentráció szintjét mindenkor kb. 2 ppm-en tartottuk. A tiokarbamid koncentrációt a fürdőoldatban kb. 0, 1, 2 illetve 3 ppm-en tartottuk. A kloridion szintet a fürdőoldatban 50 ppm-en tartottuk, a cellát 54 A/dm² és 160 A/dm² közötti tartományban változtatott katódos áramsűrűséggel üzemeltettük. 17,1 µm vastagságú rézfóliát állítottunk elő. Az eredményt a 2. ábrán látható oszlopdiagramban tesszük közzé, és a 104 A/dm² áramsűrűség mellett előállított négy rézfólia keresztmetszetének mikroszkópos képe a 3A–3D ábrákon látható, ahol a 3A ábrán a 2 ppm állati enyv és 0 ppm tiokarbamidot tartalmazó elektrolitfürdőből elektrolitikusan leválasztott fólia keresztmetszete látható; a 3B ábrán a 2 ppm állati enyv és 1 ppm tiokarbamidot tartalmazó elektrolitfürdőből elektrolitikusan leválasztott fólia keresztmetszete látható; a 3C ábrán a 2 ppm állati enyv és 2 ppm

tiokarbamidot tartalmazó elektrolitfürdőből elektrolitikusan leválasztott fólia keresztmetszete látható; a 3D ábrán a 2 ppm állati enyv és 3 ppm tiokarbamidot tartalmazó elektrolitfürdőből elektrolitikusan leválasztott fólia keresztmetszete látható. A tiokarbamid felületkiegyenlítő hatása a 3A–3D ábrák alapján teljesen nyilvánvaló. A 2. ábrából az is látható, hogy 2 ppm-es állati enyv koncentráció esetén a felületi érdesség csökken, ahogyan a tiokarbamid koncentrációt növeljük.

Az ismert elektrolitikus leválasztási eljárásokban általában 2 ppm körüli enyvkoncentrációt szoktak alkalmazni IPC 1. osztályú fóliák előállítására. Az enyvkoncentráció szintjét növelik, ha csökkenteni akarják a felületi érdességet és alacsonyprofilú fóliát akarnak előállítani. IPC 3. osztályú fóliák előállításához az enyv koncentrációsintjét csökkentik.

A jelen találmány alapján azt állapítottuk meg, hogy IPC 1. osztályú fóliák előállításához megfelelő enyvkoncentrációsinteknél a tiokarbamid szint növelése a szakítószilárdságnövekedést és a felületi érdesség, valamint a nyúlás csökkenését eredményezi. Továbbá úgy találtuk, hogy az áramsűrűség növelése minden esetben a nyúlás csökkenését és a szakítószilárdság, valamint a felületi érdesség növekedését eredményezi. Ezenfelül megállapítottuk, hogy az enyvkoncentráció szintjének növelése a szakítószilárdság növekedését és a felületi érdesség, valamint a nyúlás csökkenését eredményezi. Továbbá úgy találtuk, hogy azoknál az alacsony enyvkoncentrációsinteknél, amelyek az IPC 3. osztályú fóliák előállításához szükségesek, a tiokarbamid hatása megfordul, és ilyen esetekben a fólia szakítószilárdsága csökken és a fólia nyúlása növekedik, ha a tiokarbamid szintet növeljük. Ez a hatás rendkívül előnyös alacsony profilú 3. osztályú fóliák előállítása céljából.

2. példa

A jelen találmánnyal összhangban levő, tiokarbamidot alkalmazó, 1. osztályú fóliát előállító folyamatok tanulmányozására számos kísérleti gyártást végeztünk üzemi méretű galvánberendezéssel, amelynek vázlata az 1. ábrán látható. Mindezen kísérletek során a galvanizáló cella 50 A/dm² áramsűrűséggel működött az aktív katódfelületre vonatkoztatva, az enyv a (42) csővezetéken keresztül 907,2 mg/h · kA és 540 mg/h · kA mennyiségben, míg a tiokarbamidot a (44) csővezetéken keresztül adagoltuk 0 és 1800 mg/h · kA közötti tartományban. Mindegyik esetben 34,2 µm vastagságú fóliát állítottunk elő. Ezen kísérletekkel kapcsolatban azt állapítottuk meg, hogy egy 540 mg/h kA adagolás elegendő volt a durván körülbelül 2 ppm-es fürdőkoncentráció fenntartására és azt tételeztük fel, hogy mindegyik adalékanyag fürdőbeli koncentrációja egyenes arányban változik az adagolási sebességgel; nincs azonban megfelelően jó módszer egy adott komponens fürdőbeli koncentrációjának bármelyik, adott időpillanatban történő mérésére. Ennek megfelelően ezek az

összefüggések, annak ellenére, hogy helytállónak tételeztük felazokat, nem lesznek mindig teljesen pon-

tosak. Az ezen kísérletekből kapott adatokat a 2. táblázatban tesszük közzé.

2. táblázat

Kísérlet száma	Enyvadagolás mg/h · kA	Tiokarbamid adagolás mg/h · kA	Felületi érdes- ség (Ra) µm	Szobahőmérsékletű jellemzők*			
				Hosszirányú		Keresztirányú	
				Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %	Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %
2-1	907	0	5,9	394,18	12,63	391,56	11,79
2-2	907	1200	4,3	400,58	10,95	399,83	8,78
2-3	907	1800	3,4	433,73	14,19	428,21	13,95
2-4	540	0	7,8	339,68	16,13	326,65	12,07
2-5	540	0	7,2	318,52	12,50	303,85	8,71
2-6	540	600	7,6	244,32	10,13	250,18	11,25
2-7	540	1500	3,5	474,017	12,67	481,27	10,55

* A szakítószilárdság és a duktilitási jellemzők az IPC-CF-150E előírásai szerint kerültek meghatározásra

A 2.táblázatból látható, hogy az egyes fóliák szakítószilárdsága és nyúlási jellemzői jóval az IPC 1. osztályra megadott és az 1. táblázatban közzétett minimális értékek felett vannak. Ezenfelül a felületi érdesség egészen alacsony értéket mutat és az a 2-2, 2-3 és 2-7 kísérleteknél olyan alacsony, mint a tipikus fényes oldali felületi érdességek, amelyek tartománya kb. 3,5 µm és kb. 4,5 µm között van, és alacsonyabb, mint a nyers, 34,2 µm vastagságú IPC 1. osztályú fóliáké, amelyeket felületsimító adalékként csak enyvet alkalmazva állítottak elő és ezek tipikus felületi érdessége kb. 5,2 µm körül van.

Ilyenformán a jelen találmánynak megfelelően IPC 1. osztályú fóliát tudunk előállítani anélkül, hogy csökkenteni kellene az áramsűrűségeket, és hogy romlanának a fólia fizikai tulajdonságai.

Ezen felül, mivel a kindulási felületi érdesség olyan alacsony és a nyúlás olyan magas, a termelékenység növelése érdekében növelni tudjuk az áramsűrűséget. Ilyen esetben a felületi érdesség nőni fog és a nyúlás pedig csökkenni, azonban sokkal nagyobb termelékenység érhető el, miközben még mindig megfelelő, 1. osztályú fóliát tudunk előállítani. Továbbá előnye még az eljárásnak, hogy már amúgy is magas szakítószilárdság az áramsűrűség növekedésével tovább nő és a fólia ilyenképpen fokozott gyűrődésállósággal fog rendelkezni.

Összegezve, IPC 1. osztályú fóliák előállítása esetén a galvancia cella oldatba történő tiokarbamid adagolás három különböző és egymástól független előnnyel jár:

1. Csökkenteni tudjuk a felületi érdességet, hogy 1. osztályú, alacsony profilú fóliát kapjunk;
2. Növelni tudjuk a szakítószilárdságot és hasonlóképpen a rugalmassági modulust, hogy gyűrődésálló 1. osztályú fóliát kapjunk;
3. Magasabb áramsűrűséggel dolgozhatunk, hogy növeljük a termelékenységet az 1. osztályú tulajdonságoknak a különben bekövetkező romlása nélkül.

3. példa

Ebben a példában számos kísérletet végeztünk üzemi méretű galvancia cella alkalmazásával, hogy tanulmányozzuk az elektrolitikus fürdőoldat adalékanyagaként alkalmazott tiokarbamid segítségével történő IPC 3. osztályú fóliák előállítását. A kísérleteket egy, az 1. ábrán bemutatott galvanizáló cellával (10) végeztük. Ezen vizsgálatok mindegyikénél 68,4 µm vastagságú fóliát választottunk le. Az áramsűrűséget 89 A/dm² és 118 A/dm² között változtattuk, míg az enyvadagolás sebessége 18 mg/h · kA és 36 mg/h · kA között és a tiokarbamid adagolás sebessége 0 és 300 mg/h · kA között változott. Az így nyert adatokat a 3. táblázatban tesszük közzé.

3. táblázat

Kísérlet száma	Áramsűrűség A/dm ²	Enyvadagolás mg/h · kA	Tiokarbamid adagolás mg/h · kA	Felületi érdesség (Ra) µm	Szobahőmérsékletű jellemzők (hosszir.)		Növelt hőmérsékleti jell.* (keresztirányú)	
					Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %	Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %
3-1	76,7	18	0	14,74	347,0	25,36	211,04	6,03
3-2	76,7	18	300	11,17	271,88	35,60	162,81	14,02
3-3	85,2	18	270	10,08	275,94	35,89	156,33	12,36
3-4	85,2	18	270	10,97	280,29	35,91	156,54	12,32

Kísérlet száma	Áramsűrűség A/dm ²	Enyvadagolás mg/h · kA	Tiokarbamid adagolás mg/h · kA	Felületi érdesség (Ra) μm	Szobahőmérsékletű jellemzők (hosszir.)		Növelt hőmérsékleti jell.* (keresztirányú)	
					Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %	Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %
3-5	85,2	18	243	11,07	281,87	36,24	155,65	11,51
3-6	102,2	18	203	11,84	307,36	30,03	180,38	9,42
3-7	102,2	18	203	12,34	306,54	30,89	164,53	9,20
3-8	102,2	18	101	14,28	291,38	32,20	160,61	10,42
3-9	85,2	18	122	13,32	272,02	36,70	147,24	12,31
3-10	85,2	24	243	11,56	267,26	35,48	165,29	15,97
3-11	85,2	36	210	11,04	263,81	36,55	158,13	12,72
3-12	85,2	36	210	11,09	283,80	35,80	154,54	12,93
3-13	85,2	36	210	10,51	277,60	36,94	157,57	9,74
3-14	102,2	36	203	13,14	304,74	31,49	176,11	5,23
3-15	85,2	36	0	16,67	339,81	24,23	203,19	4,83

* A szakítószilárdság és a duktilitási jellemzők az IPC-CF-150E előírásai szerint kerültek meghatározásra

4. példa

Ebben a példában számos kísérletet végeztünk üzemi méretű galvancia alkalmazásával. A rendszert ismét az 1. ábrának megfelelően állítottuk össze. A kísérletek arra szolgáltak, hogy a fürdőadalékként alkalmazott tiokarbamid segítségével IPC 3. osztályú fóliát állítsunk elő. Ezen

vizsgálatok mindegyikénél az enyv adagolási sebessége 32 mg/h · kA volt és 68,4 μm vastagságú fóliát választottunk le elektrolitikus úton. Az áramsűrűség 79 A/dm², illetve 118 A/dm² volt, míg a tiokarbamid adagolási sebessége 0 és 1800 mg/h · kA között változott. Az így nyert adatokat a 4. táblázatban tesszük közzé.

4. táblázat

Kísérlet száma	Áramsűrűség A/dm ²	Tiokarbamid adagolás mg/h · kA	Felületi érdesség (Ra) μm	Szobahőmérsékletű jellemzők* (keresztirányú)	
				Szakítószilárdság MPa	Nyúlás %
4-1	68,1	0	14,49	208,22	5,80
4-2	102,2	0	nem mérhető, túl nagy	204,77	4,80
4-3	68,1	558	8,59	166,22	13,83
4-4	68,1	558	8,96	165,22	13,15
4-5	68,1	1674	9,38	165,43	11,75
4-6	68,1	1674	10,37	174,66	10,52
4-7	102,2	600	11,28	200,22	3,86
4-8	102,2	600	12,18	200,84	4,55
4-9	102,2	1800	9,46	202,84	5,96
4-10	102,2	1800	9,39	211,87	6,39
4-11	102,2	600	13,27	180,86	3,32

* A szakítószilárdság és a duktilitási jellemzők az IPC-CF-150E előírásai szerint kerültek meghatározásra

A 3. és 4. táblázatokból látható, hogy az egyes fóliák szakítószilárdsága és nyúlási jellemzői jóval felülmúlják a fentebb bemutatott IPC táblázatban közzétett és a 3. osztályú fóliákra vonatkozó értékeket. Továbbá az elektrolitfürdőbe történő tiokarbamid adagolással előállított fóliák felületi érdessége sokkal alacsonyabb, mint a tiokarbamid adagolása nélkül előállított fóliák felületi érdessége. A 3. és 4. táblázatból látható, hogy ha tiokarba-

midot adagolunk az elektrolit oldatba, 3. osztályú fóliákat tudunk előállítani nagy áramsűrűségek esetén is.

IPC 3. osztályú fóliák előállítása esetén a galvancia oldatba történő tiokarbamid adagolás három különböző és egymástól független előnnyel jár:

1. Csökkenteni tudjuk a felületi érdességet, hogy 3. osztályú, alacsony profilú fóliát kapjunk,

2. Növelni tudjuk a nyúlást, hogy jobb 3. osztályú fóliát kapjunk,
és
3. Magasabb áramsűrűséggel dolgozhatunk, hogy növeljük a termelékenységet a 3. osztályú tulajdonságoknak a különben bekövetkező romlása nélkül.
- Javasolt megoldásként IPC 3. osztályú 68,4 μm vastagságú fóliát állíthatunk elő a 10. ábrán látható galvancellában az alábbi paraméterekkel:
- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Áramsűrűség: | 118 A/dm ² |
| Enyvadagolás sebessége: | 21 mg/h · kA |
| Tiokarbamid-adagolás sebessége: | 300 mg/h · kA |
| Felületi érdesség, R _a | 11–12 μm |
| 180°-os szakítószilárdság: | 193 MPa–207 MPa |
| 180°-os nyúlás: | 4–6% |
- Az 1–4. példák kísérleteit tiokarbamid helyett tioszemikarbamiddal, tioacetamiddal tetrametil-tiurán-monoszulfiddal, 2,5-ditio-dikarbamiddal elvégezve a leírthoz hasonló eredményeket kapunk.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló, előnyösen IPC–CF–150E 1. osztályú vagy IPC–CF–150E 3. osztályú rézfólia elektrolitikus kialakítására, egy rézionokat és szulfátionokat tartalmazó elektrolitoldathoz – melybe egy anód és egy katód merül – folyamatosan zselatinadalékokat – mely zselatinadalék peptidláncokkal összekapcsolt aminosavak 10 000–300 000 molekulatömegű, hosszúlancú fehérjapolimerje – adagolva és az anód és a katódon keresztül elektromos áramot vezetve az elektrolitoldatba, és így rézfóliát választva le a katódon, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalék mellett egy aktív kéntartalmú adalékanyagot is adagolunk, amelynek kétvegyértékű kénatomja mindkét vegyértékével közvetlenül egy szénatomhoz kapcsolódik, és a szénatomhoz közvetlenül egy vagy több nitrogénatom is kapcsolódik, és az aktív kéntartalmú adalékanyag koncentrációja az elektrolitoldatban legalább 0,28 ppm.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy zselatinadalékként állati enyvet alkalmazunk.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy aktív kéntartalmú adalékanyagként tiokarbamidot, tioszemikarbamidot, tioacetamidot, tetrametil-tiurán-monoszulfidot vagy 2,5-ditio-dikarbamidot alkalmazunk.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy aktív kéntartalmú adalékanyagként tiokarbamidot alkalmazunk.

5. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalékként alkalmazott állati enyvet 0,2 mg/perc · kA – 20 mg/perc · kA sebességgel és a tiokarbamidot 1,25 mg/perc · kA – 50 mg/perc · kA sebességgel kapcsoljuk az elektrolitoldathoz.

6. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalékként alkalmazott állati enyvet 5 mg/perc · kA sebességgel és a tiokarbamidot

10 mg/perc · kA – 50 mg/perc · kA sebességgel adagoljuk az elektrolitoldathoz.

7. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalékként alkalmazott állati enyvet 8 mg/perc · kA – 10 mg/perc · kA sebességgel és a tiokarbamidot 20 mg/perc · kA – 30 mg/perc · kA sebességgel adagoljuk az elektrolitoldathoz.

8. Az 1. igénypont szerinti eljárás IPC–CF–150E 1. osztályú rézfólia előállítására, *azzal jellemezve*, hogy 5380 A/m² fölötti áramsűrűséget alkalmazunk.

9. A 8. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy 16 140 A/d² áramsűrűséget alkalmazunk.

10. Az 1. igénypont szerinti eljárás IPC–CF–150E 3. osztályú rézfólia előállítására, *azzal jellemezve*, hogy zselatinadalékként állati enyvet adagolunk legfeljebb 5 mg/perc · kA sebességgel és aktív kéntartalmú adalékanyagként tiokarbamidot adagolunk legfeljebb 10 mg/perc · kA sebességgel.

11. A 10. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az állati enyvet 0,3 mg/perc · kA és a tiokarbamidot 5 mg/perc · kA sebességgel adagoljuk.

12. Az 1. igénypont szerinti eljárás IPC–CF–150E 3. osztályú, elektrolízissel leválasztott 34,2 μm (1. oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 7,0 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalékokat és az aktív kéntartalmú adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben.

13. A 12. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy 5380 A/m² fölötti áramsűrűséget alkalmazunk a zselatinadalék és az aktív kéntartalmú adalékanyag adagolása mellett.

14. A 13. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy 16 140 A/m² áramsűrűséget alkalmazunk az aktív kéntartalmú adalékanyag adagolása mellett.

15. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC–CF–150E 1. osztályú, 68,4 μm (2. oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 8,0 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

16. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC–CF–150E 1. osztályú, 34,2 μm (1. oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 5 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

17. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC–CF–150E 1. osztályú, 17,1 μm (1/2 oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 4,6 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

18. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, alacsonyprofilú IPC–CF–150E 3. osztályú, rézfólia előállítására, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

19. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC–CF–150E 3. osz-

tályú, 68,4 μm (2. oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 11 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

20. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC-CF-150E 3. osztályú, 34,2 μm (1. oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 7 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

21. Az 1. igénypont szerinti eljárás nyomtatott áramköri alkalmazásra szolgáló, IPC-CF-150E 3. osztályú, 17,1 μm (1/2 oz.) rézfólia előállítására, amelynek R_{tm} értéke 5 μm -nél kisebb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

22. A 19. igénypont szerinti eljárás 68,4 μm (2 oz.) rézfólia előállítására, amelynek húzószilárdsága legalább 1750 kg/cm^2 és 180 °C-on mért megnyúlása 5%-nál nagyobb, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalékanyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

23. A 18. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az elektrolízist 11 830 A/m^2 áramsűrűséggel végezzük.

24. A 16. igénypont szerinti eljárás legalább 4550 kg/cm^2 húzószilárdságú és szobahőmérsékleten 12%-nál nagyobb nyújthatóságú rézfólia előállítására, *azzal jellemezve*, hogy az aktív kéntartalmú adalék-

anyagot az adalékanyag fogyasztásával ekvivalens mértékben adagoljuk.

25. Nyomtatott áramköri alkalmazásokra szolgáló rézfólia, különösen IPC-CF-150E 1. osztályú vagy 3. osztályú rézfólia elektrolitikus leválasztására szolgáló elektrolitfürdő, amely rézionokat, szulfátionokat és zselatinadalékokat – amely zselatinadalék peptidláncokkal összekapcsolt aminosavak 10 000 – 300 000 molekula-tömegű, hosszúláncú fehérjepolimerje – tartalmazó vizes oldat, *azzal jellemezve*, hogy a zselatinadalék mellett egy aktív kéntartalmú adalékanyagot is tartalmaz, amelynek kétvegyértékű kénatomja mindkét vegyértékével közvetlenül egy szénatomhoz kapcsolódik, és a szénatomhoz közvetlenül egy vagy több nitrogénatom is kapcsolódik, és az aktív kéntartalmú adalékanyag koncentrációja az elektrolitoldatban legalább 0,28 ppm.

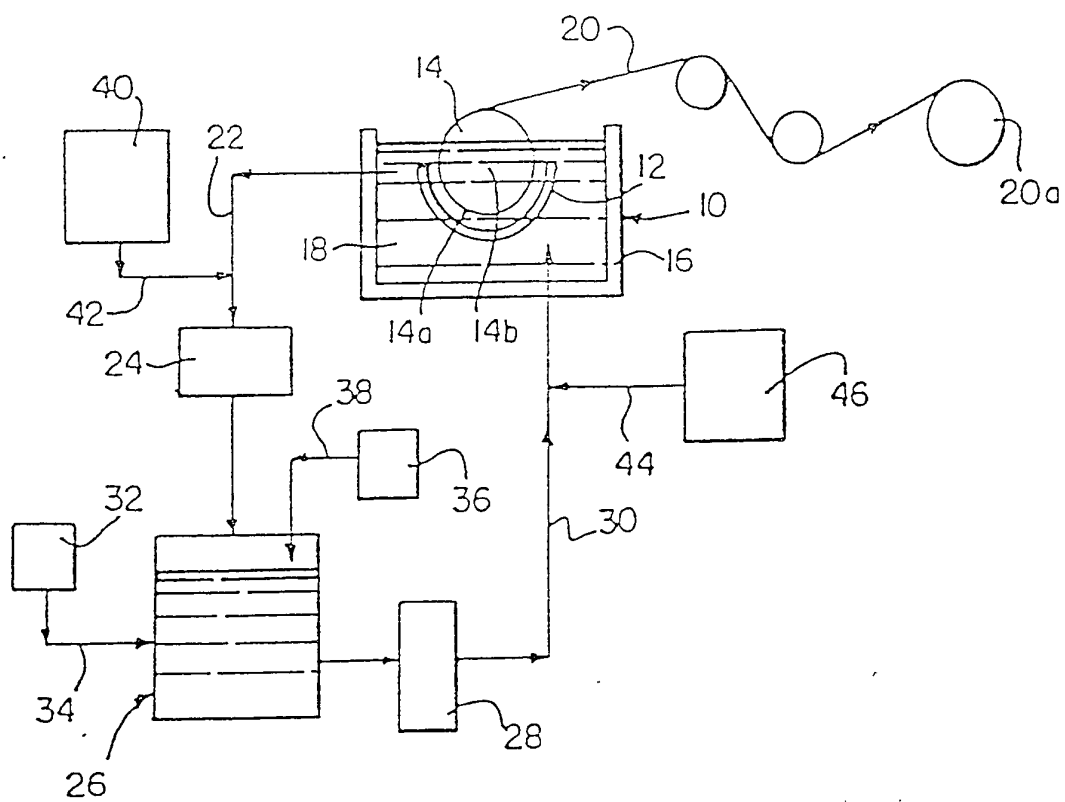
26. A 25. igénypont szerinti elektrolitfürdő, *azzal jellemezve*, hogy aktív kéntartalmú adalékanyagként tiokarbamidot, tioszemikarbazidot, tioacetamidot, tetrametil-tiurám-monoszulfidot vagy 2,5-ditio-dikarbamidot tartalmaz.

27. A 25. igénypont szerinti elektrolitfürdő, *azzal jellemezve*, hogy zselatinadalékként állati enyvet tartalmaz.

28. A 27. igénypont szerinti elektrolitfürdő, *azzal jellemezve*, hogy az állati enyvet 0,044–4,4 ppm mennyiségben tartalmazza.

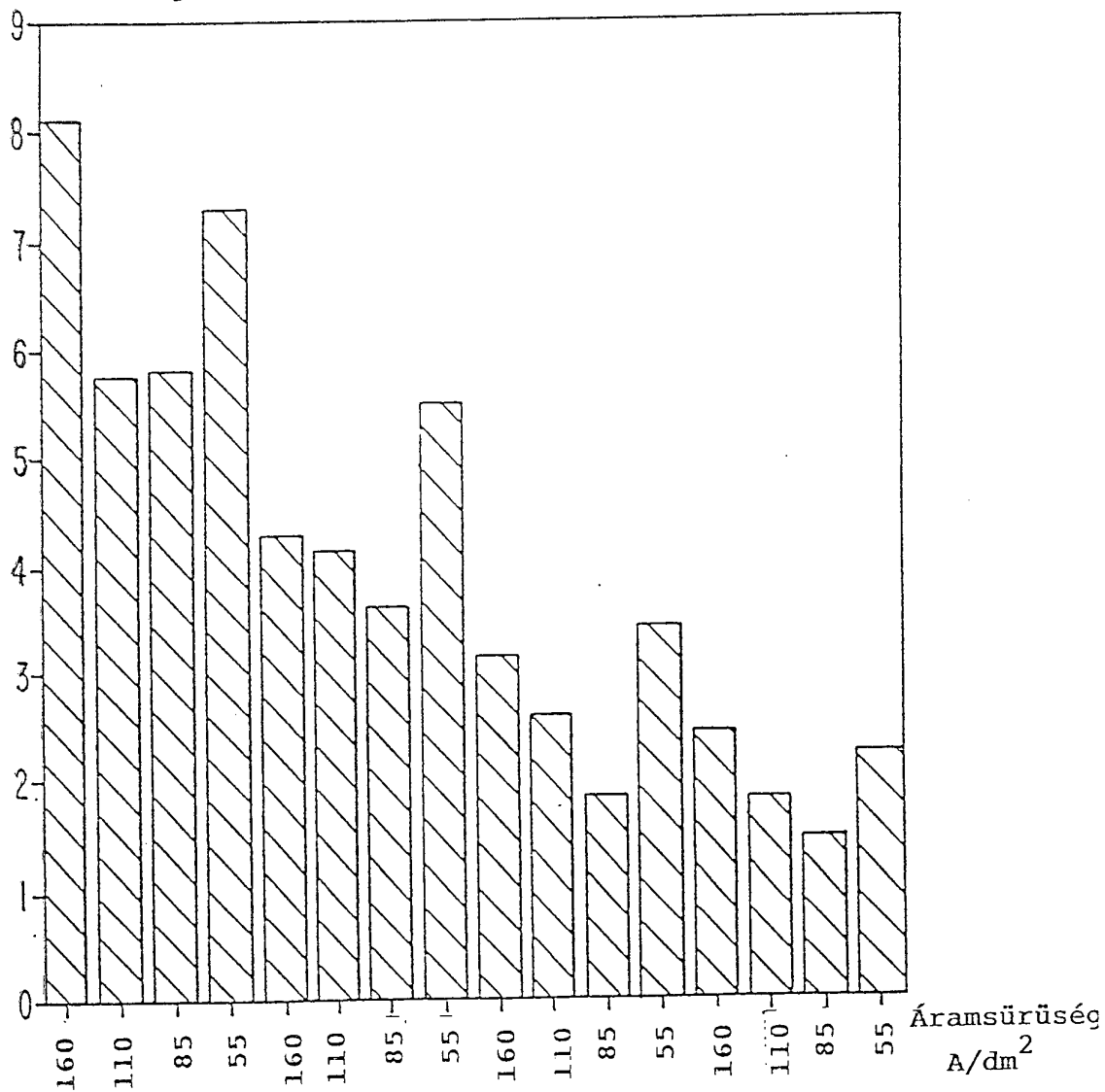
29. A 26. igénypont szerinti elektrolit fürdő, *azzal jellemezve*, hogy a tiokarbamidot 0,28–11,1 ppm mennyiségben tartalmazza.

1. Á B R A



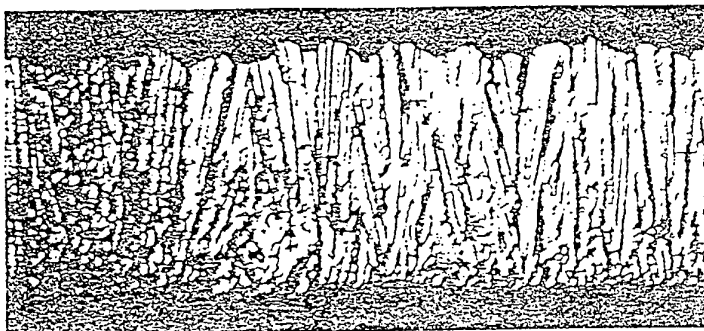
2. Á B R Á

Felületi érdesség (Ra), μm

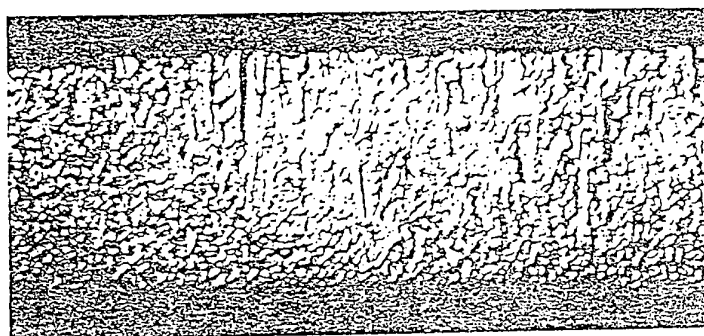


3. Á B R A

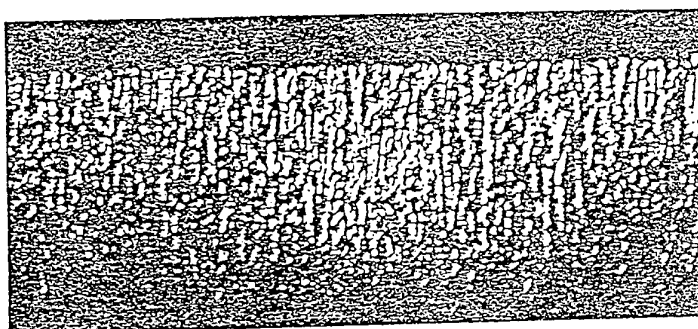
3A. ábra



3B. ábra



3C. ábra



3D. ábra

