

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 306 432

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*C22B 59/00* (2006.01)  
*B09B 3/00* (2006.01)  
*C25C 1/20* (2006.01)  
*C25C 1/22* (2006.01)  
*C25C 1/06* (2006.01)  
*C22B 7/00* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-281**  
(22) Přihlášeno: **13.05.2016**  
(40) Zveřejněno: **18.01.2017**  
**(Věstník č. 3/2017)**  
(47) Uděleno: **07.12.2016**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **18.01.2017**  
**(Věstník č. 3/2017)**

(56) Relevantní dokumenty:

CN 105039698 A; CN 104532006 A; RS 20100479 A; US 2015233004 A; JP 2013108132 A.

(73) Majitel patentu:  
DEKONTA, a.s., Stehelčevy, CZ  
Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i., Praha 6,  
CZ

pracovního elektrolytu s elektrodepozičním materiálem. Protielektrodou (10) je anoda vytvořená z inertního materiálu odolného proti elektrochemickému rozpouštění do pracovního elektrolytu v průběhu elektrochemické reakce.

(72) Původce:  
Ing. Pavel Mašín, Praha 6, CZ  
Ing. Jiří Kroužek, Trutnov, CZ  
doc. Dr. Ing. Petr Klusoň, Praha 4, CZ  
Ing. Pavel Krystyník, Ph.D., Praha 6, CZ  
Duarte Novaes Tito, Praha 10, CZ  
Diogo Botelho Moniz, Lisbon, PT

(74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova 5,  
370 01 České Budějovice

(54) Název vynálezu:  
**Způsob selektivní regenerace prvků  
vzácných zemin a/nebo toxických kovů  
škodlivých pro životní prostředí z  
elektroodpadu, zejména z katodových trubic  
a CRT monitorů**

(57) Anotace:  
Způsob selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubic obrazovek a CRT monitorů, při kterém se elektroodpad rozdrtí, vzniklá drť nebo její odsátá frakce se rozpouští v kyselině a vzniklý roztok se použije jako pracovní elektrolyt. Z pracovního elektrolytu se vyloučí prvky vzácných zemin a/nebo toxické kovy škodlivé pro životní prostředí v elektrochemické cele opatřené anodou a katodou působením elektrochemické reakce iniciované rozdílem elektrických potenciálů mezi elektrodami. Pracovní elektrodou (11) je katoda, která je vytvořena z elektrodepozičního materiálu nebo je opatřena elektrodepozičním materiálem, na který se deponuje alespoň jeden prvek vzácných zemin a/nebo alespoň jeden toxický kov elektrochemickou redukční reakcí

CZ 306432 B6

## **Způsob selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubic a CRT monitorů**

### 5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubic obrazovek a CRT monitorů.

10

### Dosavadní stav techniky

15 Regenerace elektroodpadů, např. obrazovek z vyřazených elektronických zařízení jako jsou televizory a CRT monitory byla a stále je velkým problémem jak u nás, tak v zahraničí. Základním problémem tohoto odpadu je jeho rychle rostoucí produkce, nízký stupeň recyklace, malý počet využívaných složek, přítomnost řady škodlivin, obtížná demontáž a vysoká životnost odpadu.

20 V současné době, kdy je zapotřebí ekologicky odstraňovat stále větší objem elektroodpadů, je snaha recyklovat prvky vzácných zemin a jiné toxické kovy škodlivé pro životní prostředí obsažené v těchto odpadech zpět do výroby v co největším množství a vysoké čistotě. I nízký obsah znečišťujících látek ve skle mění jeho optické vlastnosti a tím tuto surovinu znehodnocuje. Prvky obsažené v typech elektroodpadů obsahujících zobrazovací displej zahrnují např. yttrium, europium, zinek, kadmium, měď či hliník. Vzhledem k tomu, že recyklace separovaných směsí zejména yttria a europia je technicky velmi náročná a ekonomicky nákladná, zůstávají tyto prvky neseperované v odpadech na skládkách, což činí tyto suroviny poměrně neefektivně využitelné. Navíc získávání těchto prvků v přírodě je značně omezeno, a to nejen výskytem, ale i náročností postupu získávání těchto prvků. Podmínkou pro jejich další využití jako suroviny při výrobě nových displejů či zobrazovacích jednotek je jejich vysoká čistota.

30

Prvky vzácných zemin tvoří patnáct lanthanoidů, yttrium a skandium, jistou podmnožinou těchto prvků představujících tzv. luminofory, což jsou látky schopné absorbovat dodanou energii a následně ji uvolňovat je formě barevného spektra při použití klasických katodových trubic. Průmyslové zpracování prvků vzácných zemin, především luminoforů přítomných v katodových trubicích obrazovek a CRT monitorech spočívá v mechanickém rozemletí odpadového skla a následném podtlakovém odsátí nanesených prachových částic. Následně se hrubé částice skla louhují v silných minerálních kyselinách většinou ve směsi HCl a HNO<sub>3</sub>. Problém pak mohou představovat toxické kovy, které jsou na skle chemicky ukotveny, resp. napařeny jako např. kadmium, a není tedy možné je extrahovat klasickou rozpouštědlovou extrakcí ve směsi uvedených silných 40 minerálních kyselin. Takový odpadní materiál pak musí být zpracován vitifikací pro imobilizaci toxických kovů a ukládán na určené skládky odpadů.

Jsou známy postupy pro získání těchto prvků založené na rozpuštění vstupní suroviny, následné extrakci v kyselém nebo alkalickém prostředí a vysrážení požadovaných produktů. Dokument CZ 45 302 854 popisuje získávání extraktů s obsahem yttria a europia ze suroviny obsahující kyselé anorganické vodné výluhy z luminoforového koncentráту při recyklaci barevných obrazovek založený na protiproudé kontinuální extrakci, s následným propíráním extraktu zředěnou minerální kyselinou. Obdobně řeší tento problém i CZ 2004156, který k loužení využívá kyselinu chlorovodíkovou nebo dusičnou. Americká přihláška vynálezu US 2013/091989 popisuje způsob 50 získávání kovů z odpadních katalyzátorů vyluhováním kyselinou, tepelným pražením při teplotě 600 až 700 °C, alkalickým vyluhováním a následným vysrážením. Podobný princip popisuje i US 2012/027651, WO 2014/071 510 či US 497455. Nevýhody těchto postupů spočívají v nutnosti odstraňování nebo ukládání sraženin a zejména v tom, že těmito postupy není možné přímo regenerovat prvky pro další použití v průmyslu.

55

Další skupinou řešení odstranění prvků vzácných zemin, zejména luminoforů přítomných v katodových trubcích jsou elektrokoagulační metody. Elektrokoagulace je podobná chemickému srážení v tom, že se opírá o reakci mezi koagulačním činidlem a kontaminanty za vzniku nerozpustné sloučeniny, většinou kalu. Elektrokoagulační metoda využívá elektrochemickou celu, která zahrnuje pracovní elektrodu – anodu zhotovenou většinou ze železa, případně z hliníku, katodu a elektrolyt, který je tvořen roztokem s příslušnými odstraňovanými prvky. V procesu odstraňování jednotlivých prvků elektrokoagulačními metodami prochází elektrický proud mezi anodou a katodou, přičemž dochází k postupné oxidaci anody, do roztoku se uvolňují ionty z anody, čímž se anoda postupně zmenšuje a uvolněné ionty vytváří shluky oxidů kovů, které sedimentují ke dnu a tvoří tzv. kal. Sedimentovaný kal se následně mechanicky odstraňuje. Dokumenty GB 2 494 299 a US 2010/116650 popisují odstraňování kontaminujících látek z vody pomocí této metody. Elektrokoagulace má však charakter pouhého dekontaminačního postupu, kdy jsou odstraňované rozpuštěné kovy převedeny do kalu. Kal musí být tedy následně odstraněn. V žádném případě se tedy nejedná o postup regenerační, což představuje velkou nevýhodu tohoto řešení.

Úkolem vynálezu je vytvoření způsobu selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubec a CRT monitorů, který by byl relativně jednoduchý a ekonomicky výhodný, a který by umožnil získání regenerovaných prvků v čisté podobě vhodné pro další použití a v širokém spektru prvků.

#### Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubec obrazovek a CRT monitorů podle tohoto vynálezu. Při tomto způsobu se elektroodpad rozdrtí, vzniklá drť nebo její odsátá frakce se rozpouští v kyselině a vzniklý roztok se použije jako pracovní elektrolyt. Z pracovního elektrolytu se následně vyloučí prvky vzácných zemin a/nebo toxické kovy škodlivé pro životní prostředí v elektrochemické cele, která je opatřena anodou a katodou působením elektrochemické reakce iniciované rozdílem elektrických potenciálů mezi elektrodami.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že pracovní elektrodou je katoda, která je vytvořena z elektrodepozičního materiálu nebo je opatřena elektrodepozičním materiálem, na který se deponuje alespoň jeden prvek vzácných zemin a/nebo alespoň jeden toxický kov elektrochemickou redukční reakcí pracovního elektrolytu s elektrodepozičním materiálem. Protielektrodou je anoda vytvořená z inertního materiálu odolného proti elektrochemickému rozpouštění do pracovního elektrolytu v průběhu elektrochemické reakce. Na protielektrodu je aplikováno napětí s opačným nábojem sloužící k uzavření elektrického obvodu. Způsobem popsáním v tomto vynálezu tedy dochází k selektivní depozici příslušného prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu škodlivého pro životní prostředí na katodu a nedochází tedy ke zmenšování elektrody, případně ke vzniku sraženin a kalů. Deponovaný prvek vzácných zemin a/nebo deponovaný toxický kov je následně velmi jednoduché z pracovního elektrolytu odstranit, a to pouhým vyjmutím katody z pracovního elektrolytu.

Ve výhodném provedení tvoří elektroodpad katodové trubice obrazovek a CRT monitory. Prvky vzácných zemin škodlivé pro životní prostředí jsou prvky ze skupiny yttrium či europium, a toxické kovy škodlivé pro životní prostředí jsou ze skupiny zinek, kadmium, měď či hliník. Elektrodepoziční materiál je platina nebo sklo pokryté vrstvou směsných oxidů vodivých prvků nebo kov ze skupiny vzácných platinových kovů. Směsné oxidy jsou s výhodou tvořeny oxidy cínu a india nebo oxidy cínu dopované fluorem.

V průběhu elektrochemické reakce se ve výhodném provedení spojitě nebo diskrétně mění napětí přiváděné na pracovní elektrodu a protielektrodu v rozsahu od - 1500 do 1500 mV. Při rozdílných úrovních napětí dochází k selektivní depozici žádaných prvků vzácných zemin a/nebo toxických

kovů škodlivých pro životní prostředí na pracovní elektrodě. S výhodou se hodnoty napětí mění v průběhu elektrochemické reakce s časovým průběhem 0,05 mV/s.

5 Ve výhodném provedení se pro každou úroveň napětí a pro selektivní depozici každého prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu škodlivého pro životní prostředí použije jiná pracovní elektroda. V jiném výhodném provedení se pro různé úrovně napětí a pro selektivní depozici skupiny prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí použije stejná pracovní elektroda.

10 Před započítím depozičního experimentu se s výhodou upraví hodnota pH pracovního elektrolytu na hodnotu pH 6, proces elektrodepozice však může probíhat v rozmezí 3 až 10.

15 Po ukončení elektrochemické reakce se ve výhodném provedení pracovní elektroda s deponovaným prvkem vzácných zemin a/nebo s deponovaným toxickým kovem škodlivým pro životní prostředí vyjme z elektrochemické cely a vloží se do čistého elektrolytu. V čistém elektrolytu se deponovaný prvek vzácných zemin a/nebo toxický kov reverzním procesem elektrochemicky uvolní, a tím se získá čistý roztok prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu. Tímto způsobem dochází k regeneraci čistých prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektrodopadů, zejména z katodových trubic obrazovek a CRT monitorů.

20 Výhody způsobu selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí podle tohoto vynálezu spočívají zejména v jeho jednoduchém provedení, ekonomické výhodnosti a v neposlední řadě dochází k získání regenerovaných prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí v čisté podobě vhodné pro další  
25 použití bez nutnosti speciální úpravy vzniklého produktu. Způsob selektivní regenerace podle tohoto vynálezu umožňuje získání čistých prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů v širokém spektru prvků.

### 30 Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 znázorňuje elektrochemickou celu,

35 obr. 2 znázorňuje graf závislosti proudu na napětí při selektivní elektrodepozici prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů v oblasti záporných hodnot napětí,

obr. 3 znázorňuje graf závislosti proudu na napětí při selektivní elektrodepozici prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů v oblasti kladných hodnot napětí.

### 40 Příklady uskutečnění vynálezu

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení vynálezu na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší  
45 počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících patentových nároků.

#### 50 Příklad 1 – elektrochemická cela

Elektrochemická cela zobrazena na obr. 1 je uspořádána jako reverzní přepalovaná cela, která se skládá z dvoukomorového uspořádání, tedy z první komory 9 a z druhé komory 5, kde v první komoře 9 je umístěna pracovní elektroda 11 - katoda a protielektroda 10 - anoda a ve druhé ko-

moře 5 je umístěna referenční elektroda 4. První komora 9 a druhá komora 5 jsou spojeny uzavíratelným kanálem 12, ve kterém je pracovní elektrolyt. Pracovní elektrolyt je roztok s vysokým obsahem žádaných prvků vzácných zemin a toxických kovů škodlivých pro životní prostředí pro recyklaci. Pracovní elektroda - katoda 11 je tvořena vodivým materiálem, na kterém může být prováděna elektrodepozice, a to ITO sklem, což je sklo pokryté vodivou vrstvou směsných oxidů cínu a india. V jiných příkladech uskutečnění je katoda 11 vyrobena z FTO skla, což je sklo pokryté vodivou vrstvou směsných oxidů cínu dopovaných fluorem. Na této pracovní elektrodě 11 dochází k selektivní depozici žádaných prvků vzácných zemin a/nebo toxických prvků na základě vloženého napětí.

V těsné blízkosti pracovní elektrody 11 je uspořádána protielektroda 10, na kterou je aplikováno napětí s opačným nábojem sloužící k uzavření elektrického obvodu. Anoda 10 je zhotovena z inertního materiálu, aby při aplikaci elektrického proudu, resp. napětí nedocházelo k jejímu elektrochemickému rozpouštění do pracovního elektrolytu. Anoda 10 je vytvořena z platiny – Pt. V jiném příkladu provedení je anoda 10 vytvořena z materiálu na bázi jiných vzácných kovů, díky čemuž je elektroda stálá. V druhé komoře 5 celý je umístěna referenční elektroda 4 vytvořená jako kalomelová, což představuje rtuť pokrytou vrstvou  $Hg_2Cl_2$  v roztoku KCl. V jiném příkladu uspořádání může být referenční elektroda 4 vytvořena jako argentochloridová, což je stříbrný drátek pokrytý vrstvou Ag/AgCl v roztoku KCl. Referenční elektroda 4 má konstantní, neměnný potenciál, ke kterému bývá vztahován potenciál, resp. aplikované napětí na pracovní elektrodě 11. V okruhu vždy musí být umístěna referenční elektroda 4, aby na pracovní elektrodě 11 bylo možné změřit aplikovaný potenciál, resp. napětí.

Celá dvoukomorová elektrochemická cela je zhotovena z odolného materiálu, nejčastěji skla, aby nedocházelo k jejímu rozrušování roztoky agresivních elektrolytů. Toto zapojení elektrochemického experimentu je připojeno k počítači s ovládacím softwarem, který slouží pro detailní kontrolu elektrochemického experimentu a řízení experimentálních podmínek. Všechny elektrody 4, 10, 11 v systému jsou vhodně propojeny se zdrojem napětí 1 pomocí elektricky vodivých kabelů 2, 3, 7, 8 a také mohou být ještě v mezistupni propojeny s rozdělovačem napětí 6, který ovšem často bývá součástí samotného zdroje napětí 1.

#### Příklad 2 – selektivní elektrodepozice yttria

První komora 9 a druhá komora 5 skleněné cely jsou naplněny elektrolytem s obsahem rozpuštěného vzácného kovu, yttria a propojovací uzavíratelný kanál 12 je otevřený. Do pracovního elektrolytu se vloží referenční elektroda 4 do druhé komory 5 a do první komory 9 se vloží pracovní elektroda 11 a protielektroda 10. Všechny elektrody 4, 10, 11 jsou za pomoci elektrického propojení 2, 3, 7, 8 propojeny se zdrojem napětí 1 a rozdělovačem napětí 6 či přepínačem polarity 6. Než se pracovní elektroda 11 vloží do pracovního elektrolytu, zaznamená se její hmotnost před samotným elektrodepozičním experimentem se pH pracovního elektrolytu se upraví na hodnotu 5 až 7. Když je vše připraveno, na zdroji napětí 1 se nastaví interval napětí, ve kterém bude probíhat elektrodepoziční experiment. Krajní hodnoty v intervalu jsou - 1,5 až 1,5 mV, mohou být libovolně měněny a dochází k nim v závislosti na typu elektrodepozičního experimentu. Napětí se v průběhu experimentu cyklicky mění rychlostí 0,05 mV/s a takto se pohybuje od maxima do minima. Po dosažení minimální hodnoty se stejnou rychlostí zvětšuje do té doby, než dosáhne maxima a takto se cyklicky mění v průběhu celého experimentu. Po 6 hodinách dojde k ukončení elektrodepozičního experimentu, pracovní elektroda 11 se vyjme z pracovního elektrolytu, usuší se při laboratorních podmínkách a zaznamená se její hmotnost. Poté opět dochází k chemickým analýzám deponovaného yttria.

Vstupní koncentrace roztoku yttria v příkladu je 1000 mg/l, použitý objem roztoku činí 10 ml, rozdíl hmotnosti pracovní elektrody 11 před a po elektrodepozičním experimentu činí 2,1 mg. Absolutní hmotnost yttria ve vstupním roztoku je 10 mg, deponovaný přírůstek na pracovní elek-

trodě 11 činí 2,1 mg, což je nárůst kolem 20 %. Doba experimentu je 300 min, lze čekat zvýšení účinnosti depozice, při delší době průchodu proudem.

5 Obr. 2 znázorňuje závislost vstupních hodnot proudů na elektrickém potenciálu. Nárůst píku v oblasti - 800 mV značí úspěšnou depozici yttria. Čím hlubší pík, tím silnější adheze a větší odolnost deponovaného filmu na povrchu pracovní elektrody 11 proti zpětnému mechanickému odstranění.

#### 10 Příklad 3 – selektivní elektrodepozice mědi, zinku a yttria

Elektrochemická cela je pro depozici yttria, mědi a zinku připravena analogickým postupem, jak je uvedeno v příkladu 2 s obdobnými technologickými parametry. Vstupní koncentrace jednotlivých prvků určených k selektivní depozici v roztoku činí alespoň 1000 mg/l. Elektrochemická depozice jednotlivých prvků probíhá sekvenčně na základě existujících potenciálových oken, která se naleznou v intervalu napětí. Pro elektrodepozici mědi ze směsi yttria, mědi a zinku se po základním skenu v napěťovém intervalu hodnota napětí nastaví na - 300 mV a při této hodnotě se z roztoku selektivně elektrodepozicičně získává měď, zatímco další prvky zůstávají v roztoku. Po odstranění mědi z roztoku se vymění pracovní elektroda 11 a obdobným způsobem se připraví pokračování experimentu, jen se hodnota napětí nastaví na - 500 mV a obdobně jako v případě mědi dojde k selektivní depozici zinku, zatímco yttrium stále zůstává v roztoku. Po jeho odstranění opět dojde k výměně pracovní elektrody 11 a obdobným způsobem dojde k nastavení hodnoty napětí na - 800 mV a bude tak docházet k selektivní depozici yttria.

#### 25 Příklad 4 – elektrodepozice yttria a dalších kovů

Elektrochemická cela pro depozici yttria z roztoku obsahující yttrium, měď, zinek, kadmium, nikl je připravena analogickým postupem, jak je uvedeno v příkladu 2 s obdobnými technologickými parametry. Vstupní koncentrace jednotlivých prvků určených k depozici v roztoku činí alespoň 1000 mg/l. Při elektrochemické depozici jednotlivých prvků dojde k depozici všech prvků současně s výjimkou yttria. K tomu dojde nastavením napětí na - 700 mV a všechny v roztoku přítomné prvky s výjimkou yttria se budou deponovat na elektrodě, zatímco yttrium bude stále v roztoku. Po odstranění všech těchto prvků elektrodepozicí dojde k výměně elektrody a za známých podmínek z předchozích příkladů dojde k selektivní depozici yttria na elektrodu při napětí - 800 mV.

40 Při selektivní regeneraci europia, kadmia a hliníku se postupuje stejně nebo obdobně s odlišnými technologickými parametry, jako je např. použité napětí, doba působení či pH. Vstupní koncentrace deponovaných prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí musí odpovídat minimální hodnotě 1000 mg/l.

45 Obr. 2 znázorňuje závislost proudů na napětí při selektivní depozici prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí. Experiment začíná při napětí 0 mV, které postupně klesá do záporných hodnot, probíhá tedy posun po ose x. Kolem hodnoty - 300 a - 550 mV jsou zřetelné píky, které značí depozici prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů na pracovní platinové elektrodě 11. Další pík při - 750 mV, který jde do velmi záporných hodnot, značí evoluci vodíku na pracovní elektrodě v důsledku elektrolýzy vody. Vyvíjený vodík je zprvu adsorbován na povrchu pracovní elektrody 11, kdy přesmyk píku do kladných hodnot proudů značí desorpci vodíku z povrchu pracovní elektrody 11 do roztoku elektrolytu. Dva menší píky v oblasti před silnou evolucí vodíku značí různé oblasti depozice. Jedná se o hodnotu napětí neboli potenciálu, při kterém bude docházet k selektivní depozici určitého prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu a podle typu pracovní elektrody 11 bude přidružená hodnota proudů v jiných oblastech. Důležité je pracovat v oblasti elektrodového potenciálu, kdy se na pracovní elektrodě 11 ještě nevyvíjí H<sub>2</sub>.

Pokud by se pokračovalo do kladných hodnot potenciálu, jak je znázorněno na obr. 3 byl by zřetelný veliký pík při + 700 mV, který značí zpětné rozpouštění deponovaného filmu prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu zpět do roztoku elektrolytu.

5

#### Průmyslová využitelnost

Způsob selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubíc obrazovek a CRT monitorů podle tohoto vynálezu lze využít k opakovanému využití prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí, které jsou jinak běžně odstraňovány známými způsoby, které nezajišťují jejich regeneraci a možné opakované použití.

15

### PATENTOVÉ NÁROKY

20 **1.** Způsob selektivní regenerace prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí z elektroodpadu, zejména z katodových trubíc obrazovek a CRT monitorů, při kterém se elektroodpad rozdrtí, vzniklá drť nebo její odsátá frakce se rozpouští v kyselině a vzniklý roztok se použije jako pracovní elektrolyt, ze kterého se vyloučí prvky vzácných zemin a/nebo toxické kovy škodlivé pro životní prostředí v elektrochemické cele opatřené anodou a  
25 katodou působením elektrochemické reakce iniciované rozdílem elektrických potenciálů mezi elektrodami, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pracovní elektrodou (11) je katoda, která je vytvořená z elektrodepozičního materiálu nebo je opatřena elektrodepozičním materiálem, na který se deponuje alespoň jeden prvek vzácných zemin a/nebo alespoň jeden toxický kov elektrochemickou redukční reakcí pracovního elektrolytu s elektrodepozičním materiálem, přičemž protielektrodou (10) je anoda vytvořená z inertního materiálu odolného proti elektrochemickému rozpouštění do pracovního elektrolytu v průběhu elektrochemické reakce.

35 **2.** Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že jako elektroodpad se použijí katodové trubice obrazovek, prvky vzácných zemin jsou prvky ze skupiny yttrium nebo europium, a toxické kovy jsou ze skupiny zinek, kadmium, měď či hliník, a elektrodepoziční materiál je platina nebo sklo pokryté vrstvou směsných oxidů vodivých prvků nebo kov ze skupiny vzácných platinových kovů.

40 **3.** Způsob podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že směsné oxidy jsou tvořeny oxidy cínu a india nebo oxidy cínu dopované fluorem.

45 **4.** Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se v průběhu elektrochemické reakce spojitě nebo diskrétně mění napětí přiváděné na pracovní elektrodu (11) a protielektrodu (10) v rozsahu od -1500 mV do 1500 mV, přičemž při rozdílných úrovních napětí se selektivně deponují žádané prvky vzácných zemin a/nebo toxické kovy škodlivé pro životní prostředí na pracovní elektrodě (11).

50 **5.** Způsob podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že hodnoty napětí se mění v průběhu elektrochemické reakce s časovým průběhem 0,05 mV/s.

**6.** Způsob podle nároku 4 nebo 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro každou úroveň napětí a pro selektivní depozici každého prvku vzácných zemin a/nebo toxického kovu škodlivého pro životní prostředí se použije jiná pracovní elektroda (11).

7. Způsob podle nároku 4 nebo 5, **vyznačující se tím**, že pro různé úrovně napětí a pro selektivní depozici skupiny prvků vzácných zemin a/nebo toxických kovů škodlivých pro životní prostředí se použije stejná pracovní elektroda (11).
- 5 8. Způsob podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že před iniciací elektrochemické reakce se upraví hodnota pH pracovního elektrolytu na rozmezí hodnot pH 3 až 10.
- 10 9. Způsob podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že po ukončení elektrochemické reakce se pracovní elektroda (11) s deponovaným prvkem vzácných zemin a/nebo s deponovaným toxickým kovem vyjme z elektrochemické cely a vloží se do čistého elektrolytu, kde se deponovaný prvek vzácných zemin a/nebo deponovaný toxický kov reverzním procesem elektrochemicky uvolní, a tím se získá čistý roztok prvku vzácných zemin a/nebo čistý roztok toxického kovu.

15

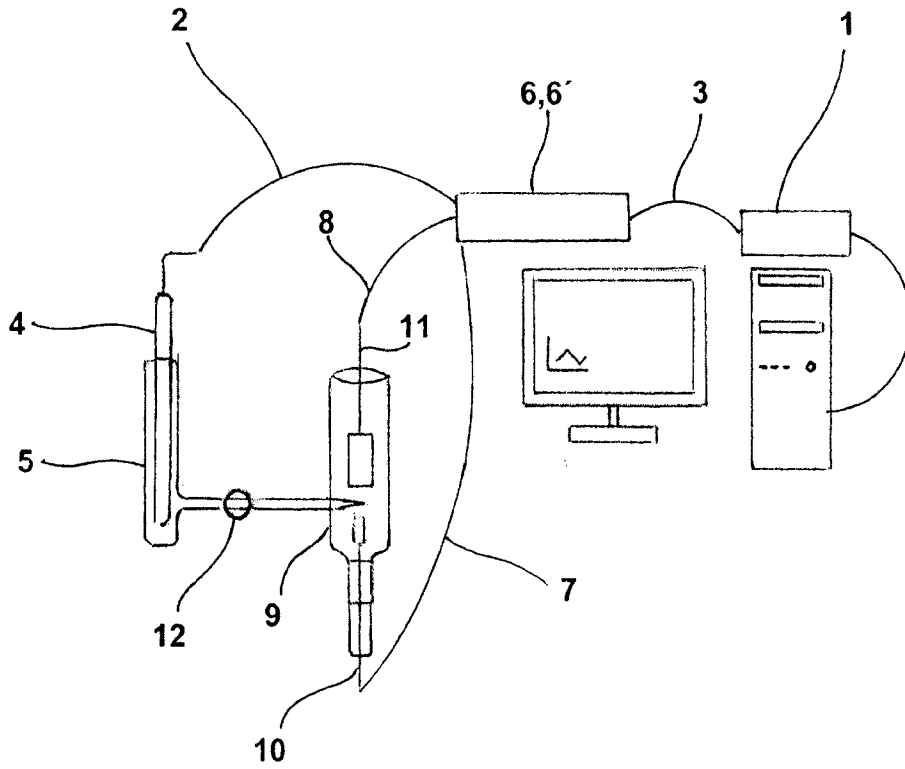
## 2 výkresy

20

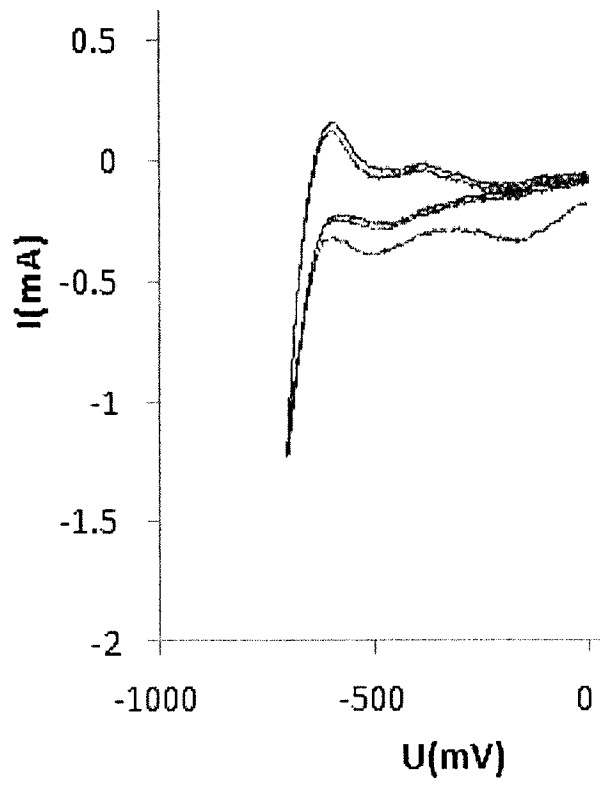
## Přehled vztahových značek:

- 25 1 zdroj napětí  
2 propojení referenční elektrody s rozdělovačem napětí  
3 propojení zdroje napětí s rozdělovačem napětí  
4 referenční elektroda  
5 komora pro referenční elektrodu - první komora  
30 6, 6' rozdělovač napětí, přepínač polarity  
7 propojení protielektrody s rozdělovačem napětí, přepínačem polarity  
8 propojení pracovní elektrody s rozdělovačem napětí, přepínačem polarity  
9 komora pro pracovní elektrodu a protielektrodu - druhá komora  
10 protielektroda - anoda  
35 11 pracovní elektroda - katoda  
12 uzavíratelný kanál propojující první komoru s druhou komorou

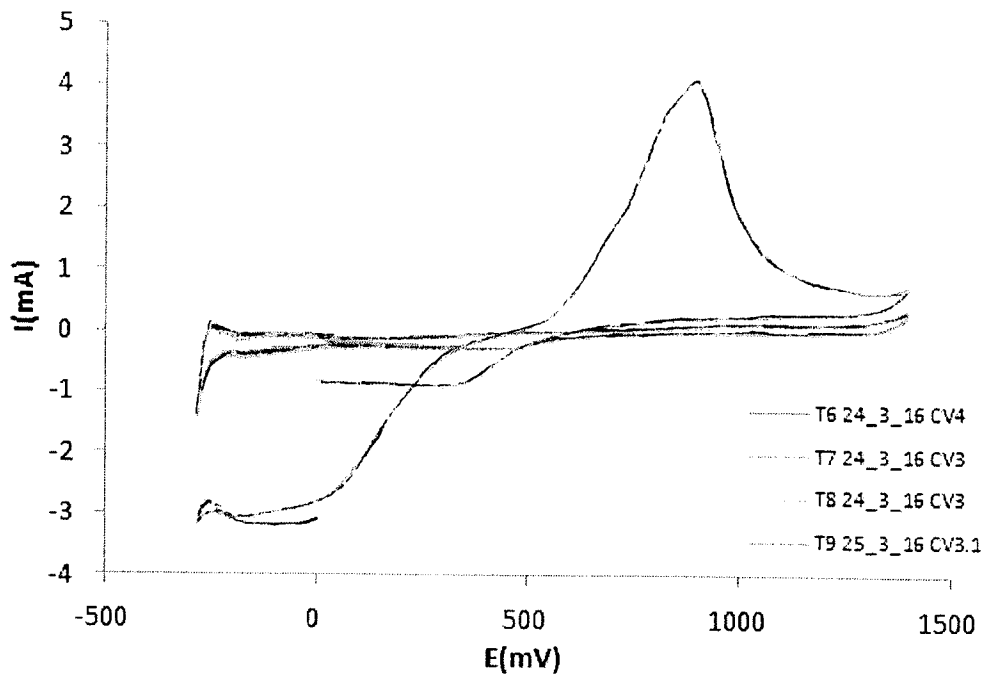




OBR. 1



OBR. 2



**OBR. 3**

---

Konec dokumentu

---