

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 438504 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **438504**(22) Data zgłoszenia: **2021.07.16**(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.01.23 BUP 04/2023**

(51) MKP:

B09B 3/00 (2022.01)**B29B 17/02** (2006.01)**C22B 3/06** (2006.01)**C22B 3/12** (2006.01)**C22B 3/16** (2006.01)**B09B 101/75** (2022.01)

(71) Zgłaszający:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(-y):

**ANDRZEJ PIOTROWICZ, Postękalice, PL
STANISŁAW PIETRZYK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

Patrycja Rosół, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Sposób recyklingu płyt kompaktowych

(57) Skróć opisu:

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób recyklingu płyt kompaktowych, polegający na oddzieleniu krążków poliwęglanowych od warstwy metalicznej oraz ewentualnie innych warstw użytkowych, poprzez zanurzenie płyt kompaktowych w substancji roztwarzającej z zachowaniem dystansu pomiędzy płytami i mieszanie, korzystnie poprzedzone obróbką wstępną, polegającą na nacinaniu na płytach kompaktowych rys od strony warstwy metalicznej lub oddziaływaniu na płyty kompaktowe energią mikrofalową. Sposób ten charakteryzuje się tym, że jako substancję roztwarzającą stosuje się wodorotlenek mineralny rozpuszczalny w wodzie o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwas mineralny wybrany o stężeniu 0,1 – 3,5 mol/dm³ lub słaby kwas organiczny o stężeniu 0,25 – 2,50 mol/dm³ lub obojętną sól mineralną o stężeniu 0,25 – 3,00 mol/dm³ lub zasadową sól mineralną o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwaśną sól mineralną o stężeniu 0,10 – 0,75 mol/dm³. Płyty kompaktowe pozostawia się po ich zanurzeniu w substancji roztwarzającej przez okres 15 – 60 minut, w temperaturze 25 – 65°C i całość miesza za pomocą fali ultradźwiękowej i/lub poprzez mieszanie mechaniczne. W końcowym etapie odzyskane krążki poliwęglanowe przemywa się strumieniem wody i suszy.

Sposób recyklingu płyt kompaktowych

Przedmiotem wynalazku jest sposób recyklingu płyt kompaktowych, pozwalający na odzyskiwanie krążków poliwęglanowych o wysokiej jakości, które następnie można bezpośrednio wykorzystać do wytwarzania nowych płyt kompaktowych, jako izolacje elektryczne lub pośrednio jako materiał budowlany, wypełniacz, a także do powtórnej produkcji poliwęglanu.

Płyty kompaktowe są popularnym środkiem zapisu danych elektronicznych. Płyta kompaktowa ma postać krążka z otworem w środku i zawiera podłoże poliwęglanowe, warstwę metaliczną (folię odblaskową), zwykle aluminiową, srebrną lub złotą oraz warstwę lakieru ochronnego, ewentualnie z etykietą. Dodatkowo, w zależności od rodzaju płyt kompaktowych używane są także inne warstwy, np. warstwy dielektryczne.

Wraz z ewolucją elektronicznych pamięci masowych, płyty kompaktowe stają się jednak technologicznie przestarzałe, a ich większość trafia na wysypiska śmieci lub do spalarni. Jak przedstawiono w publikacji Alan W. Biehn, pt.: „Compact Discard: Finding Environmentally, Responsible Ways to Manage Discarded Household CDs and DVDs” (2008), Master of Environmental Studies Capstone Projects, 24 (https://repository.upenn.edu/mes_capstones/24), zostało wyprodukowanych ponad 200 miliardów płyt kompaktowych i rozproszonych na całym świecie, z czego miesięcznie jest wyrzucanych około 30 milionów. Tylko mała ich część jest poddawana recyklingowi, a niewłaściwie składowane zużyte płyty kompaktowe mogą być bardzo szkodliwe dla środowiska naturalnego. Tworzywa sztuczne używane do produkcji płyt są niezwykle trwałe i odporne na warunki zewnętrzne, a żywotność przeciętnej płyty kompaktowej wynosi od 100 do 200 lat.

W konwencjonalnej metodzie recyklingu płyt kompaktowych są one kruszone w stanie, w jakim zostały dostarczone. W takim przypadku

składniki warstw ochronnych i metalicznej warstwy odbijającej są również domieszane do formowanego produktu. Nie jest możliwe odzyskanie materiałów z poszczególnych warstw, a uformowany produkt nie jest przezroczysty, w związku z tym ma zastosowanie tylko w ograniczonym zakresie.

Znane są sposoby, w których płyty kompaktowe zanurza się w substancji roztwarzającej, zwłaszcza w celu rozpuszczenia warstw użytkowych, zwykle w alkoholach, roztworach kwasów, wodorotlenków lub soli, dzięki czemu warstwy ochronne i podłoża są oddzielane od siebie i mogą być ponownie wykorzystane.

Znany jest z opisu patentowego US5306349 A sposób usuwania lakieru ochronnego z etykiety i warstwy metalicznej (aluminiowej) z poliwęglanowego podłoża zużytych płyt kompaktowych, obejmujący następujące etapy: zanurzenie płyt kompaktowych w roztworze alkalicznym o pH około 13 lub wyższym, ogrzanie roztworu oraz wstrząsanie poprzez zastosowanie energii ultradźwiękowej, aż do rozpuszczenia lakieru i metalu, a następnie dekantację roztworu zawierającego lakier i rozpuszczony metal oraz przemywanie krążków poliwęglanowych wodą o temperaturze 38-100°C, w celu usunięcia pozostałego roztworu i ich wysuszenie w temperaturze 38-100°C. W sposobie stosuje się roztwór alkaliczny w ilości 30-500 g/l, dodatek chelatujący w ilości 0,5-100 g/l oraz środek zwilżający w ilości 0,5-10 g/l. Roztwór alkaliczny jest roztworem wodnym składnika wybranego z grupy obejmującej fosforan metalu alkalicznego, wodorotlenek metalu alkalicznego i węglan metalu alkalicznego, gdzie metal jest wybrany z grupy obejmującej sód i potas. Dodatek chelatujący wybrany jest spośród soli metali alkalicznych kwasu cytrynowego, kwasu etylenodiaminotetraoctowego (EDTA), kwasu glukonowego i kwasu nitrylotrioctowego. Środek zwilżający wybrany jest z grupy obejmującej alkilobenzenosulfonian sodu, naftalenosulfonian, estrów kwasów tłuszczowych i laurylosiarczanu sodu.

Znany jest ze zgłoszenia US20030234076 A1, sposób oddzielania warstwy etykiety i warstwy metalicznej z zużytych płyt kompaktowych, polegająca na oddziaływaniu na płytę energią mikrofalową. Warstwa metaliczna ma właściwości odbijające wiązkę mikrofalową, a ponieważ urządzenia mikrofalowe są szczelnie izolowane i powodują skupienie dużej ilości energii, następuje jej absorpcja na warstwie metalicznej, powodując rozpad warstw etykiety i warstwy metalicznej. Warstwy te promieniście pękają na całej powierzchni płyty kompaktowej. W celu separacji pękniętych warstw etykiety i metalicznej od płyty kompaktowej stosuje się obróbkę mechaniczną, podmuch powietrza lub wibracje ultradźwiękowe.

W opisie patentowym US6435249 B1 został ujawniony sposób recyklingu płyt kompaktowych i urządzenie do odzyskiwania z nich warstwy metalicznej. Wynalazek jest przeznaczony zwłaszcza do recyklingu płyt, w których warstwa metaliczna składa się ze złota. Mieszaninę warstwy metalicznej i etykiety spala się w temperaturze topnienia złota, bez zanieczyszczenia odzyskiwanego metalu. Barwnik etykiety jest traktowany kąpielą oczyszczającą, która nie reaguje z krążkiem poliwęglanowym, korzystnie mieszaniną wody z metanolem lub etanolem, przy jednoczesnym zastosowaniu ultradźwięków, a następnie oddziela się folię metaliczną od krążków poliwęglanowych. Dodatkowo, na płycie kompaktowej nacina się rysy, co przyspiesza oddzielenie warstwy metalicznej i etykiety od warstwy poliwęglanu.

Płyta kompaktowa składa się z około 95% masowych poliwęglanu. Biorąc pod uwagę unikalne właściwości poliwęglanu, takie jak przezroczystość, dobre własności izolujące promieniowanie wysokoenergetyczne i UV, niską gęstość oraz jednocześnie dużą odporność na działanie warunków atmosferycznych, poliwęglan jest najcenniejszym materiałem, który można odzyskiwać z płyt kompaktowych, tym bardziej, że jego produkcja jest uciążliwa dla środowiska. Niestety, w znanych ze stanu techniki metodach recyklingu

płyt kompaktowych zwykle stosowane są roztwory czyszczące o dużym stężeniu oraz używane dość wysokie parametry obróbki takie jak temperatura lub częstotliwość. Może to powodować uplastycznienie, trwałe odkształcenie lub nawet stopienie i spalenie poliwęglanu oraz np. jego wtórne zanieczyszczenie węglem pochodzącym z warstwy barwnika lub metalem z warstwy odbijającej. Mimo, że poliwęglan odznacza się dobrą odpornością chemiczną, niektóre stężone roztwory mogą powodować niekorzystne zmiany własności poliwęglanu, takich jak zwłaszcza jego przezroczystość.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu recyklingu płyt kompaktowych, umożliwiającego odzyskanie z nich krążków poliwęglanowych wysokiej jakości, korzystnie w postaci nieuszkodzonej, zachodzącego bez stosowania odczynników o dużym stężeniu oraz wysokiej temperatury, tak aby można je bezpośrednio przekazać do ponownego wykorzystania.

Istota sposobu recyklingu płyt kompaktowych, polegającego na oddzieleniu krążków poliwęglanowych od warstwy metalicznej oraz ewentualnie innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, poprzez zanurzenie płyt kompaktowych w substancji roztwarzającej w postaci kwasu, zasady lub soli, z zachowaniem dystansu pomiędzy płytami i mieszanie, korzystnie poprzedzone obróbką wstępną, polegającą na nacinaniu na płytach kompaktowych rys od strony warstwy metalicznej lub oddziaływaniu na płyty kompaktowe energią mikrofalową, a w końcowym etapie na przemywaniu strumieniem wody i suszeniu odzyskanych krążków poliwęglanowych oraz przekazywaniu ich do ponownego wykorzystania, charakteryzuje się tym, że jako substancję roztwarzającą stosuje się wodorotlenek mineralny rozpuszczalny w wodzie, wybrany z grupy obejmującej NaOH, KOH, NH₄OH, o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwas mineralny wybrany z grupy obejmującej HCl, HClO₂₋₄, HNO₃, HNO₂, H₂SO₄, H₃PO₄, H₂SO₃, o stężeniu 0,1 – 3,5 mol/dm³ lub słaby kwas organiczny, wybrany z grupy obejmującej kwas

cytrynowy, kwas szczawiowy, kwas winowy, kwas mlekowy, o stężeniu 0,25 – 2,50 mol/dm³ lub obojętną sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej NaCl, KCl, NaNO₃, NaNO₂, KNO₃, KNO₂, K₂SO₄, Na₂SO₄, Al₂(SO₄)₃, MgSO₄, Mg(NO₃)₂, (NH₄)₂CO₃, o stężeniu 0,25 – 3,00 mol/dm³ lub zasadową sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej Na₃PO₄, Na₄P₂O₇, Na₂CO₃, NaHCO₃, K₂CO₃, KHCO₃, Na₂SO₃, K₂SO₃, o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwaśną sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej FeCl₃, FeCl₂, Fe(NO₃)₃, Fe(NO₃)₂, Fe(SO₄)₂, Fe₂(SO₄)₃, AlCl₃, Al(NO₃)₃, AlPO₄, MgCl₂, (NH₄)₂SO₄, o stężeniu 0,10 – 0,75 mol/dm³. Płyty kompaktowe pozostawia się po ich zanurzeniu w substancji roztwarzającej przez okres 15 – 60 minut, w temperaturze 25 - 65°C i całość miesza za pomocą fali ultradźwiękowej i/lub poprzez mieszanie mechaniczne.

Korzystnie, przed zanurzeniem w substancji roztwarzającej, płyty kompaktowe układa się na wałku równolegle względem siebie i rozdziela je separatorami.

Korzystnie, podczas obróbki wstępnej oddziałuje się na płyty kompaktowe energią mikrofalową o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, przez okres nie dłużej niż 3 sekundy.

Korzystnie, po zanurzeniu w substancji roztwarzającej płyty kompaktowe miesza się za pomocą fali ultradźwiękowej o mocy 540 W i częstotliwości 30 kHz.

Korzystnie, stosuje się wodorotlenek mineralny o stężeniu 0,75 – 1,00 mol/dm³.

Korzystnie, stosuje się kwas mineralny o stężeniu 0,5 – 2,5 mol/dm³.

Korzystnie, stosuje się słaby kwas organiczny o stężeniu 0,75 – 1,75 mol/dm³.

Korzystnie, stosuje się obojętną sól mineralną o stężeniu korzystnie 0,25 – 1,25 mol/dm³.

Korzystnie, stosuje się zasadową sól mineralną o stężeniu 1,0 mol/dm³.

Korzystnie, stosuje się kwaśną sól mineralną o stężeniu 0,125 – 0,75 mol/dm³.

W sposobie według wynalazku roztwarzanie warstwy metalicznej prowadzi się w roztworach kwasów, zasad i soli o możliwie najniższych stężeniach, dzięki zastosowaniu obróbki wstępnej płyt kompaktowych polegającej na wykonaniu nacięć lub oddziaływaniu na płyty kompaktowe energią mikrofalową i powodującej częściową dezintegrację warstwy metalicznej. Ponadto, aby usprawnić skuteczne roztworzenie warstwy metalicznej, stosuje się mieszanie w wyniku oddziaływania ultradźwiękowego lub mechaniczne oraz ogrzewanie roztworu do temperatury nie wyższej niż 65°C. Temperatura procesu jest niższa niż w stosowanych dotychczas metodach, a czas procesu krótki (15 – 60 minut). Dzięki tym zabiegom, uzyskuje się krawki poliwęglanowe wysokiej jakości, które można bezpośrednio przekazać do ponownego wykorzystania np. na izolacje elektryczne, jako materiał budowlany, wypełniacz, a także do powtórnej produkcji poliwęglanu, co przynosi korzyści nie tylko ekonomiczne, ale również zmniejsza negatywny wpływ na środowisko naturalne. W sposobie stosuje się tylko jedną substancję roztwarzającą, co przyczynia się do jej łatwiejszej utylizacji niż w przypadku złożonych roztworów, a także dodatkowej redukcji kosztów procesu recyklingu.

Dodatkową korzyścią jest procesowa możliwość obróbki dużej ilości płyt kompaktowych jednocześnie, przy zapewnieniu takich samych warunków roztwarzania dla każdej płyty kompaktowej, co jest możliwe dzięki użyciu separatorów pomiędzy płytami kompaktowymi i zastosowaniu określonych parametrów procesu roztwarzania.

Sposób recyklingu płyt kompaktowych objaśniono poniżej w praktycznych przykładach realizacji wynalazku oraz na rysunku, na którym na fig. 1 pokazano płyty kompaktowe w trakcie ich roztwarzania, a na fig. 2 przedstawiono fotografie płyt kompaktowych: przed obróbką wstępną (A), po wykonaniu nacięć na etykiecie (B), po obróbce mikrofalowej (C), po obróbce chemicznej bez obróbki wstępnej (D), po wykonaniu nacięć na

etykiecie i obróbce chemicznej (E), po obróbce mikrofalowej i obróbce chemicznej (F), po obróbce mikrofalowej bez mieszania (G), przy czym czarne pola odpowiadają powierzchni warstwy metalicznej, białe natomiast powierzchni poliwęglanu.

Przykład 1

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu NaOH w zakresie od $0,75$ do $3,00 \text{ mol/dm}^3$, wskazanych w Tabeli 1, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na nacięciu na etykiecie nożem czterech rys (fig. 2 B - fotografia przykładowej powierzchni) i umieszczono je na wałkach z teflonu o długości 255 mm i średnicy 15 mm , rozdzielając je wykonanymi również z teflonu separatorami walcowymi o grubości 5 mm i średnicy 46 mm . Wałek i otwory w separatorze były wyposażone w pasujące do siebie gwinty, co zapobiegało się przesuwaniu płyt względem siebie. Jako ostatni element na wałku został umieszczony separator, zapobiegający zsunięciu się płyt z wałka. Na fig. 1 pokazano płyty kompaktowe w trakcie ich roztwarzania. Na rysunku oznaczono jako 1 – wałek, 2 – separator, 3 – substancję roztwarzającą i 4 – płytę kompaktową.

Po ogrzaniu każdego z przygotowanych roztworów do temperatury 60°C umieszczono w nich wałki wraz z płytami, po jednym wałku w jednym naczyniu, zanurzając je całkowicie w roztworach i pozostawiono na 1 godzinę, jednocześnie całość mieszając za pomocą fali ultradźwiękowej o mocy 540 W i częstotliwości 30 kHz . Po tym czasie wałki z płytami wyciągnięto z roztworu, płyty zdjęto z wałka i przepłukano je silnym strumieniem bieżącej wody, a następnie wysuszono na powietrzu.

W Tabeli 1 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu NaOH. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 1

Stężenie NaOH [mol/dm ³]	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00
Wydajność [%]	10	18	26	24	31	41	50	48	57

Przykład 2

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu NaOH o stężeniach w zakresie od 0,25 do 1,00 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 2, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz (fig. 2 C – fotografia przykładowej powierzchni), a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 2 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu NaOH. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 2

Stężenie NaOH [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00
Wydajność [%]	48	84	91	94

Przykład 3

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję roztworzącą w postaci roztworu HCl o stężeniach w zakresie od 0,25 do 3,50 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 3, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe bez poddawania ich obróbce wstępnej (fig. 2 A - fotografia przykładowej powierzchni), umieszczono na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1. Na fig. 2 D przedstawiono fotografię przykładowej powierzchni płyty, otrzymanej po jej obróbce, opisanej powyżej.

W Tabeli 3 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HCl. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 3

Stężenie HCl [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,75	3,00	3,25	3,50
Wydajność [%]	15	30	36	54	65	68	82	81	79	85	93	94

Przykład 4

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu HCl o stężeniach w zakresie od $0,25$ do $2,50 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 4, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na nacięciu na etykietce nożem czterech rys, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1. Na fig. 2 E przedstawiono fotografię przykładowej powierzchni płyty, otrzymanej po jej obróbce, opisaną powyżej.

W Tabeli 4 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HCl. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 4

Stężenie HCl [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
Wydajność [%]	45	77	91	92	85	94	91	92	95	93

Przykład 5

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu HCl o stężeniach od $0,25$ do $1,50 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 5, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1. Na fig. 2 F przedstawiono fotografię przykładowej powierzchni płyty, otrzymanej po jej obróbce opisanej powyżej.

W Tabeli 5 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HCl. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 5

Stężenie HCl [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Wydajność [%]	96	93	93	94	96	96

Dodatkowo, aby zobrazować wpływ rodzaju obróbki wstępnej na wydajność procesu recyklingu, w Tabeli 5a zestawiono wyniki wydajności procesu dla jednego wybranego stężenia roztworu HCl 1,00 mol/dm³, przedstawione powyżej w Tabeli 3, Tabeli 4 i Tabeli 5.

Tabela 5a

Rodzaj obróbki wstępnej	Brak	Nacięcia	Energia mikrofalowa
Wydajność [%]	54.	92	94

Przykład 6

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu HCl o różnych stężeniach: $1,5 \text{ mol/dm}^3$, $2,5 \text{ mol/dm}^3$ i $3,5 \text{ mol/dm}^3$ przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Przy stężeniu HCl $1,5 \text{ mol/dm}^3$ płyty kompaktowe nie były poddawane obróbce wstępnej. Przy stężeniu HCl $2,5 \text{ mol/dm}^3$ płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na nacięciu na etykicie nożem czterech rys. Przy stężeniu HCl $3,5 \text{ mol/dm}^3$ płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz.

Następnie płyty kompaktowe zgrupowane według rodzaju obróbki wstępnej lub bez niej, umieszczono na trzech wałkach z teflonu o długości 255 mm i średnicy 15 mm, rozdzielając płyty wykonanymi również z teflonu separatorami walcowymi o grubości 5 mm i średnicy 46 mm.

Po ogrzaniu każdego z przygotowanych roztworów do temperatury 60°C umieszczono w nich poszczególne wałki wraz z płytami, zanurzając je całkowicie w roztworach i pozostawiono na 1 godzinę bez mieszania. Po tym czasie wałki z płytami wyciągnięto z roztworu, płyty zdjęto z wałka i przepłukano je silnym strumieniem bieżącej wody, a następnie wysuszono na powietrzu. Na fig. 2 G przedstawiono fotografię przykładowej powierzchni płyty otrzymanej po obróbce mikrofalowej wstępnej i pozostawionej w przygotowanym roztworze bez mieszania.

W Tabeli 6 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od obróbki wstępnej płyt i stężenia roztworu HCl. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz

ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 6

Rodzaj obróbki wstępnej	Brak	Nacięcia	Energia mikrofalowa
Stężenie HCl [mol/dm ³]	1,5	2,5	3,5
Wydajność [%]	25	38	91

Przykład 7

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję roztworzącą w postaci roztworu H₂SO₄ o stężeniach w zakresie od 0,25 do 2,75 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 7, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na nacięciu na etykiecie nożem czterech rys, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 7 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu H₂SO₄. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 7

Stężenie H ₂ SO ₄ [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,75
Wydajność [%]	24	54	50	51	76	86	88

Przykład 8

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję rozpuszczającą w postaci roztworu H_2SO_4 o stężeniach w zakresie od $0,125$ do $0,750 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 8, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz , a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 8 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu H_2SO_4 . Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 8

Stężenie H_2SO_4 [mol/dm^3]	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750
Wydajność [%]	75	67	76	95	92	92

Przykład 9

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję rozpuszczającą w postaci roztworu HNO_3 o stężeniach w zakresie od $0,25$ do $2,75 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 9,

przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe bez poddawania ich obróbce wstępnej, umieszczono na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 9 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HNO₃. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 9

Stężenie HNO ₃ [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	2,25	2,75
Wydajność [%]	12	11	12	84	94

Przykład 10

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję rozpuszczającą w postaci roztworu HNO₃ o stężeniach w zakresie od 0,50 do 2,50 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 10, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na nacięciu na etykiecie nożem czterech rys, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 10 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HNO_3 . Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 10

Stężenie HNO_3 [mol/dm^3]	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
Wydajność [%]	13	25	21	32	56	78	81	82	94

Przykład 11

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu HNO_3 o stężeniach w zakresie od $0,25$ do $2,50 \text{ mol}/\text{dm}^3$ wskazanych w Tabeli 11, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz , a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 11 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu HNO_3 . Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 11

Stężenie HNO ₃ [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
Wydajność [%]	73	89	94	93	96	95	95	94	95	95

Przykład 12

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu Na₃PO₄ o stężeniach w zakresie od 0,25 do 1,00 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 12, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 12 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu Na₃PO₄. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 12

Stężenie Na ₃ PO ₄ [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75	1,00
Wydajność [%]	34	64	55	73

Przykład 13

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu kwasu cytrynowego o stężeniach w zakresie od $0,25$ do $1,75 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 13, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C .

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz , a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 13 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu kwasu cytrynowego. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 13

Stężenie kwasu cytrynowego [mol/dm^3]	0,25	0,75	1,25	1,75
Wydajność [%]	64	79	77	80

Przykład 14

Przygotowano szklane naczynia o objętości $0,5 \text{ dm}^3$ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu NaCl o stężeniach w zakresie od $0,25$ do $1,75 \text{ mol/dm}^3$ wskazanych w Tabeli 14,

przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 14 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu NaCl. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 14

Stężenie NaCl [mol/dm ³]	0,25	0,50	1,00	1,25	1,75
Wydajność [%]	49	49	50	51	48

Przykład 15

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję roztwarzającą w postaci roztworu Fe(NO₃)₃ o stężeniach w zakresie od 0,150 do 0,375 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 15, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w

urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 15 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 15

Stężenie $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ [mol/dm ³]	0,125	0,250	0,375
Wydajność [%]	90	88	86

Przykład 16

Przygotowano szklane naczynia o objętości 0,5 dm³ i do każdego z nich wiano substancję rozpuszczającą w postaci roztworu FeCl_3 o stężeniach w zakresie od 0,25 do 0,75 mol/dm³ wskazanych w Tabeli 16, przy czym każde naczynie zawierało roztwór o innym stężeniu ze wskazanego zakresu.

Naczynia umieszczono w łaźni wodnej z generatorem ultradźwięków i ogrzewano do uzyskania temperatury roztworu 60°C.

Płyty kompaktowe poddano obróbce wstępnej polegającej na działaniu energią mikrofalową poprzez umieszczenie na 3 sekundy w urządzeniu o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, a następnie umieszczono je na wałku i postępowano z nimi jak opisano w przykładzie 1.

W Tabeli 16 pokazano wydajność procesu recyklingu w zależności od stężenia roztworu FeCl_3 . Wydajność oznacza wyrażony w % stosunek wielkości usuniętej powierzchni metalicznej oraz ewentualnie powierzchni

innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, do wielkości powierzchni początkowej tych warstw.

Tabela 16

Stężenie FeCl ₃ [mol/dm ³]	0,25	0,50	0,75
Wydajność [%]	94	93	94

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób recyklingu płyt kompaktowych, polegający na oddzieleniu krążków poliwęglanowych od warstwy metalicznej oraz ewentualnie innych warstw użytkowych, takich jak warstwa barwnika i/lub etykiety, poprzez zanurzanie płyt kompaktowych w substancji roztwarzającej w postaci kwasu, zasady lub soli, z zachowaniem dystansu pomiędzy płytami i mieszanie, korzystnie poprzedzone obróbką wstępną, polegającą na nacinaniu na płytach kompaktowych rys od strony warstwy metalicznej lub oddziaływaniu na płyty kompaktowe energią mikrofalową, a w końcowym etapie na przemywaniu strumieniem wody i suszeniu odzyskanych krążków poliwęglanowych, znamieny tym, że jako substancję roztwarzającą stosuje się wodorotlenek mineralny rozpuszczalny w wodzie, wybrany z grupy obejmującej NaOH, KOH, NH₄OH, o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwas mineralny wybrany z grupy obejmującej HCl, HClO₂₋₄, HNO₃, HNO₂, H₂SO₄, H₃PO₄, H₂SO₃, o stężeniu 0,1 – 3,5 mol/dm³ lub słaby kwas organiczny, wybrany z grupy obejmującej kwas cytrynowy, kwas szczawiowy, kwas winowy, kwas mlekowy, o stężeniu 0,25 – 2,50 mol/dm³ lub obojętną sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej NaCl, KCl, NaNO₃, NaNO₂, KNO₃, KNO₂, K₂SO₄, Na₂SO₄, Al₂(SO₄)₃, MgSO₄, Mg(NO₃)₂, (NH₄)₂CO₃, o stężeniu 0,25 – 3,00 mol/dm³ lub zasadową sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej Na₃PO₄, Na₄P₂O₇, Na₂CO₃, NaHCO₃, K₂CO₃, KHCO₃, Na₂SO₃, K₂SO₃, o stężeniu 0,1 – 3,0 mol/dm³ lub kwaśną sól mineralną, wybraną z grupy obejmującej FeCl₃, FeCl₂, Fe(NO₃)₃, Fe(NO₃)₂, Fe(SO₄)₂, Fe₂(SO₄)₃, AlCl₃, Al(NO₃)₃, AlPO₄, MgCl₂, (NH₄)₂SO₄, o stężeniu 0,10 – 0,75 mol/dm³, przy czym płyty kompaktowe pozostawia się po ich zanurzeniu w substancji roztwarzającej przez okres 15 – 60 minut, w temperaturze 25 - 65°C i całość miesza za pomocą fali ultradźwiękowej i/lub poprzez mieszanie mechaniczne.

2. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że przed zanurzeniem w substancji roztwarzającej, płyty kompaktowe układa się na wałku równolegle względem siebie i rozdziela je separatorami.
3. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że podczas obróbki wstępnej oddziałuje się na płyty kompaktowe energią mikrofalową o mocy 800 W i częstotliwości 2450 MHz, przez okres nie dłużej niż 3 sekundy.
4. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że po zanurzeniu w substancji roztwarzającej płyty kompaktowe miesza się za pomocą fali ultradźwiękowej o mocy 540 W i częstotliwości 30 kHz.
5. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się wodorotlenek mineralny o stężeniu 0,75 – 1,00 mol/dm³.
6. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się kwas mineralny o stężeniu 0,5 – 2,5 mol/dm³.
7. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się słaby kwas organiczny o stężeniu 0,75 – 1,75 mol/dm³.
8. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się obojętną sól mineralną o stężeniu korzystnie 0,25 – 1,25 mol/dm³.
9. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się zasadową sól mineralną o stężeniu 1,0 mol/dm³.
10. Sposób, według zastrzeżenia 1, znamienny tym, że stosuje się kwaśną sól mineralną o stężeniu 0,125 – 0,75 mol/dm³.

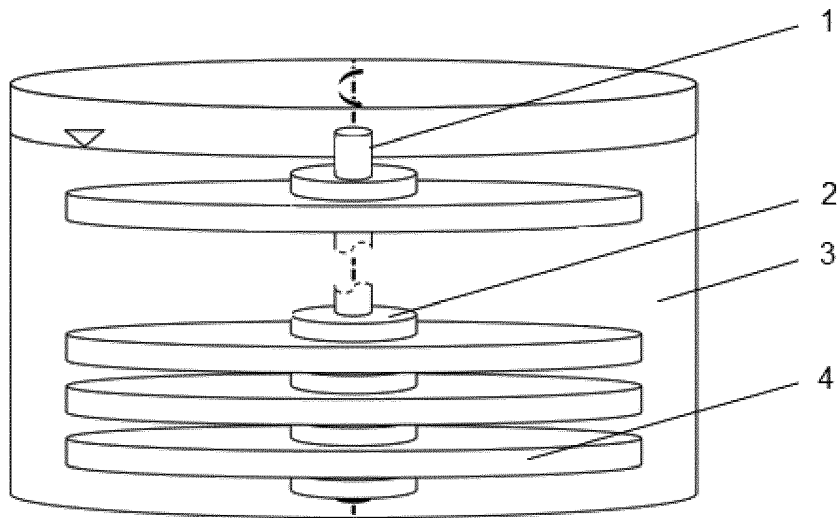


Fig. 1

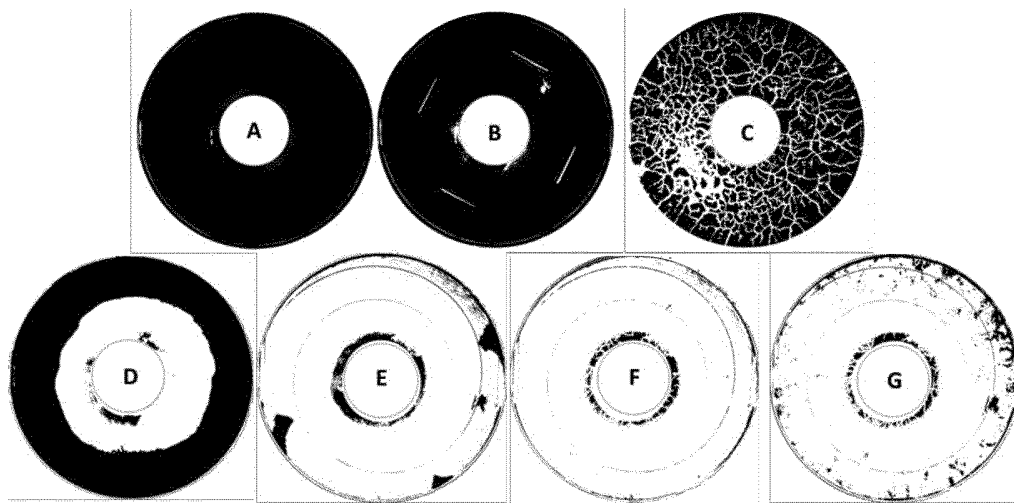


Fig. 2



SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.438504

Klasyfikacja zgłoszenia: B09B3/00 (2022.01), B29B17/02 (2006.01), C22B3/06 (2006.01), C22B3/12 (2006.01), C22B3/16 (2006.01), B09B101/75 (2022.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: A61L, B09B, B29B, C22B

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania: bazy UPRP, Epoqenet, Espacenet, Internet

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
X	CN1464075 A1 (CHINA ACADEMY OF SCIENCES INST) 2003-12-31, CAŁY DOKUMENT	1, 4
Y	JPH06223416 A1 (SONY MUSIC ENTERTAINMENT INC) 1994-08-12, CAŁY DOKUMENT	1, 4
Y	CN101157257 A1 (INST PROCESS ENG CAS) 2008-04-09, CAŁY DOKUMENT	1

Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a: Monika Dominiak

data 15.04.2022r. podpis

/-Dokument podpisany elektronicznie-/

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z dnia 16-07-2021 r.