RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **231729**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **406726**

(22) Data zgłoszenia: **30.12.2013**

(51) Int.Cl.
B22F 3/16 (2006.01)
C22C 1/04 (2006.01)
C22C 5/06 (2006.01)
H01H 1/023 (2006.01)
H01H 11/04 (2006.01)

(54) **Kompozyt, zwłaszcza na styki elektryczne i sposób wytwarzania kompozytu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
06.07.2015 BUP 14/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.03.2019 WUP 03/19

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
GRZEGORZ WŁOCH, Koźmice Wielkie, PL
TOMASZ SKRZEKUT, Rupniów, PL
JAKUB SOBOTA, Zawierzbie, PL

PL 231729 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozyt, zwłaszcza na styki elektryczne i sposób wytwarzania kompozytu. Kompozyt ten może znaleźć zastosowanie w elektrotechnice i elektronice na styki elektryczne przełączników, przekaźników oraz przewody.

Kompozyty na osnowie srebra najczęściej wytwarzane są przez mieszanie proszku srebra z innymi metalami, niemetalami lub tlenkami metali. Mieszaniny proszków zwykle są spiekane w wysokiej temperaturze, korzystnie z zastosowaniem naprężeń ściskających. Zachodzący podczas spiekania proces dyfuzji prowadzi do konsolidacji spiekanych materiałów. Niestety proces spiekania proszków jest zabiegiem czasochłonnym i w jego wyniku można uzyskać wypraski o niewielkich gabarytach i nieskomplikowanym kształcie. Kiedy spiekanie prowadzi się w atmosferze powietrza dochodzi do rozkładu tlenku srebra pokrywającego proszek, a powstający tlen zostaje zamknięty w materiale powodując jego porowatość. Prowadzenie tego procesu w atmosferze redukcyjnej wodoru także powoduje niejednorodność i deformację powstających spieków w wyniku powstawania pary wodnej. Ponadto w spiekanych materiałach procesy dyfuzji mogą prowadzić do powstania porowatości związanej z efektem Kirkendalla.

Z opisu patentowego PL 45264 znany jest sposób wytwarzania styków elektrycznych srebro – – grafit. Sposób ten polega na prasowaniu mieszaniny proszków srebra i grafitu w matrycach stalowych pod ciśnieniem od 3 do 3,2 T/cm^2. Prasówki następnie spieka się w atmosferze wodorowej w temperaturze 850°C przez 2,5 godziny.

Inny opis patentowy PL 46062 przedstawia sposób wytwarzania styków elektrycznych z mieszaniny srebro – tlenek kadmu, polegający na tym, że mieszaninę proszku srebra i tlenku kadmu prasuje się w matrycach stalowych pod ciśnieniem od 3 do 5 T/cm^2 i następnie spieka prasówki w temperaturze 700°C przez 1,5 do 2 godzin.

Znany z polskiego opisu patentowego PL 45263 sposób wytwarzania styków elektrycznych srebro – nikiel obejmuje mieszanie i następnie prasowanie mieszaniny pod ciśnieniem od 2 do 2,2 T/cm^2 oraz spiekanie proszków Ag i Ni w temperaturze 850°C przez 2,5 godziny w atmosferze wodoru.

Kolejny opis patentowy PL 156711 przedstawia kompozyt na styki elektryczne zawierający srebro, żelazo oraz inne dodatki. Kompozyt otrzymuje się znanym sposobem metalurgii proszków.

W opisie patentowym PL 144832 przedstawiono sposób wytwarzania spiekanych kompozytów polegający na wymieszaniu składnika zawierającego srebro tj. tlenek srebra i/lub węglan srebra i/lub winian srebra i/lub octan srebra z składnikiem zawierającym wolfram tj. wolframian amonu i/lub kwas wolframowy i/lub proszek wolframu metalicznego. Mieszaninę poddaje się procesowi współredukcji w atmosferze gazu redukującego, korzystnie wodoru, w temperaturze około 900°C, po czym uformowane i spieczone wypraski dosyca się płynnym srebrem.

Opis patentowy PL 150727 ujawnia kompozyt na styki stanowiący związek metalu trudnotopliwego, korzystnie wolframu lub molibdenu, z fazą łatwo topliwą, dobrze przewodzącą, korzystnie miedzią, srebrem lub ich stopami, z tym, że faza łatwo topliwa zawiera dodatek jednego lub kilku metali tworzących z głównym składnikiem, w strefie i czasie działania łuku elektrycznego, roztwór ciekły wykazujący ujemne odchylenie od prawa Raoulta.

Znany jest też sposób wytwarzania kompozytów z materiałów na osnowie srebra drogą utleniania wewnętrznego. Metoda ta polega na długotrwałym wyżarzaniu stopu srebra z łatwo utleniającym się metalem w wysokiej temperaturze, zwykle w atmosferze z dużą zawartością tlenu. Tlen dyfunduje do wnętrza stopu i reaguje z dodatkiem stopowym, w wyniku czego powstają drobne tlenki w osnowie srebra. Główną wadą tej metody jest to, że dyfuzja jest bardzo wolna, dlatego proces utleniania wewnętrznego jest długotrwały i energochłonny. Ponadto, rozkład tlenków jest bardzo niejednorodny, gdyż na powierzchni materiału powstaje największa ich ilość i szybko maleje w kierunku środka.

Z opisu patentowego PL165438 znany jest sposób wytwarzania tlenkowego materiału stykowego polegający na sprowadzeniu tlenkowego materiału do stanu, w którym współistnieje faza stała i faza ciekła. Opisywane równomierne rozmieszczenie, skrócenie czasu wytwarzania i zwiększenie wydajności osiąga się dzięki temu, że szybkość dyfuzji tlenu jest znacznie większa, gdy równocześnie koegzystują faza stała i faza ciekła.

W opisie patentowym PL 137714 ujawniono kompozyty na styki elektryczne ze srebra, tlenku cyny oraz innych tlenków metali, przy czym wyroby kompozytowe uzyskuje się drogą metalurgii proszków lub utleniania wewnętrznego.

W opisie patentowym PL 120065 przedstawiono sposób wytwarzania spiekanych styków elektrycznych srebro – nikiel i srebro – tlenek kadmu poprzez obróbkę plastyczną. Sposób ten polega na

tym, że jednorodną mieszaninę proszku srebra zawierającą do 40% wagowych niklu lub do 20% wagowych tlenku kadmu prasuje się pod naciskiem do od 100 do 1000 MPa, spieka w temperaturze od 400 do 900°C i następnie spieczoną wypraskę poddaje się procesowi przeróbki plastycznej polegającej na wyciskaniu na gorąco kształtek w postaci prętów, płaskowników lub drutów. Uzyskane pręty, płaskowniki lub druty poddaje się przeciąganiu lub bezpośrednio przerabia na gotowe styki znanymi sposobami.

W stosowanych dotąd kompozytach na osnowie srebra na styki elektryczne i w gotowych stykach elektrycznych z nich uzyskanych, fazą umacniającą są tlenki bądź metale trudnotopliwe. Powszechnie jednak wiadomo, że tlenki metali nie są dobrymi przewodnikami prądu elektrycznego, dlatego zastosowanie tlenków, jako fazy umacniającej znacznie obniża przewodność elektryczną kompozytów na osnowie srebra. Natomiast zastosowanie metali trudnotopliwych, jako fazy umacniającej, często nie powoduje wystarczającego umocnienia. Ponadto, wytwarzanie wyrobów kompozytowych drogą metalurgii proszków często powoduje porowatość, która znacznie pogarsza właściwości użytkowe styków elektrycznych (twardość, wytrzymałość, przewodność elektryczna).

W literaturze naukowej (np. Gryziecki J., Sobota J., Włoch G. „Kompozyty na osnowie srebra konsolidowane w wyniku intensywnego odkształcenia plastycznego": Materiały konferencyjne, IX Konferencja Metale Szlachetne, Łopuszna, 17–19 września 2010 r.) opisywane są sposoby uzyskiwania litych materiałów kompozytowych na drodze konsolidacji proszków poprzez poddanie ich odkształceniu plastycznemu pod wysokim ciśnieniem i w podwyższonej temperaturze, podczas którego powstają kohezyjne wiązania pomiędzy poszczególnymi krystalitami. Metoda ta pozwala na zwiększenie wydajności produkcji poprzez wyeliminowanie procesu spiekania i zapewnia otrzymanie skonsolidowanych wyrobów o dosyć dużym skomplikowaniu kształtu w porównaniu do klasycznych metod metalurgii proszków i o lepszych właściwościach użytkowych.

Celem wynalazku jest opracowanie kompozytu, zwłaszcza na styki elektryczne, który odznaczałby się brakiem porowatości i lepszymi właściwościami fizycznymi i mechanicznymi oraz opracowanie sposobu wytwarzania takiego kompozytu.

Według wynalazku, kompozyt, zwłaszcza na styki elektryczne, zawierający, skonsolidowany metodą odkształcenia plastycznego, proszek srebra, charakteryzuje się tym, że oprócz srebra zawiera aluminium w ilości od 0,1 do 35% wagowych, a struktura kompozytu zawiera fazę srebra oraz roztwór wtórny na osnowie fazy międzymetalicznej Ag_2Al i/lub Ag_3Al.

Struktura kompozytu może też zawierać fazę aluminium.

Według wynalazku, sposób wytwarzania kompozytu, zwłaszcza na styki elektryczne, w którym mieszaninę proszku na osnowie srebra poddaje się konsolidacji poprzez odkształcenie plastyczne, charakteryzuje się tym, że mieszaninę proszku wytwarza się z proszku srebra i od 0,1 do 35% wagowych proszku aluminium, a konsolidację mieszaniny proszku przeprowadza się poprzez odkształcanie plastyczne w temperaturze od 300°C do 560°C, doprowadzając do utworzenia litego kompozytu zawierającego co najmniej fazę srebra oraz roztwór wtórny na osnowie fazy międzymetalicznej Ag_2Al i/lub Ag_3Al.

Odkształcanie plastyczne mieszaniny proszku przeprowadza się korzystnie poprzez wyciskanie na prasie.

Przed odkształcaniem plastycznym mieszaninę proszków srebra i aluminium prasuje się wstępnie w matrycy pod naciskiem od 100 do 700 MPa.

Wytworzony kompozyt tnie się i/lub przerabia plastycznie do uzyskania wyrobu o żądanym kształcie i wymiarach.

Wytworzony kompozyt wyżarza się w temperaturze od 200°C do 560°C, przez co najmniej 5 minut.

Kompozyt według wynalazku cechuje się korzystnymi właściwościami użytkowymi dzięki obecności w jego strukturze faz na osnowie związków międzymetalicznych Ag–Al. Zastosowanie dodatku proszku aluminium do bazowego proszku srebra oraz konsolidowanie mieszaniny proszków poprzez odkształcenie plastyczne prowadzone w określonym zakresie temperatur sprawia, że w materiale nie występuje porowatość, a tworzące się fazy na osnowie związków międzymetalicznych, występujące w kompozycie Ag–Al, skutecznie umacniają kompozyt pozwalając uzyskać materiał o wysokich własnościach wytrzymałościowych, doskonały zwłaszcza do zastosowania na styki elektryczne.

Przedmiot wynalazku zostanie opisany w przykładzie realizacji z odniesieniem do dołączonego rysunku, na którym: Fig. 1 przedstawia dwuskładnikowy układ równowagi Ag–Al; Fig. 2 przedstawia mikrostrukturę próbek pobranych z kompozytu, ukształtowanego poprzez wyciskanie w temperaturze 400°C, widzianą pod mikroskopem SEM, powiększenie 50x: a – przekrój poprzeczny, b – przekrój

wzdłużny; Fig. 3 przedstawia mikrostrukturę próbek pobranych z kompozytu, ukształtowanego poprzez wyciskanie w temperaturze 400°C, widzianą pod mikroskopem optycznym, powiększenie 500x: a – przekrój poprzeczny, b – przekrój wzdłużny; Fig. 4 przedstawia zależność wzrostu twardości od czasu wyżarzania kompozytu w temperaturze 400°C; Fig. 5 przedstawia powiększony widok mikrostruktury kompozytu, dla której przeprowadzono punktową analizę składu chemicznego; Fig. 6 jest wynikiem rentgenowskiej analizy fazowej kompozytu o strukturze przedstawionej na Fig. 5.

U podstaw niniejszego wynalazku leży stwierdzenie, że związki międzymetaliczne zwykle są twarde i jednocześnie dobrze przewodzą prąd elektryczny. Dlatego zastosowanie ich, jako fazy umacniającej w kompozytach wytwarzanych z proszków metali znacznie podnosi ich wytrzymałość, jednocześnie nie powodując dużego spadku przewodności elektrycznej wyrobów, co jest pożądane zwłaszcza w zastosowaniach w przemyśle elektrotechnicznym. Związki międzymetaliczne o korzystnych właściwościach są tworzone przez srebro Ag i aluminium Al. Na Fig. 1 przedstawiono dwuskładnikowy układ równowagi Ag-Al wskazujący zakresy występowania roztworów wtórnych na osnowie związków międzymetalicznych tych dwóch pierwiastków.

Na tej podstawie opracowano kompozyt, który według wynalazku zawiera, mieszaninę srebra będącego składnikiem bazowym i aluminium w ilości od 0,1 do 35% wagowych. Struktura kompozytu zawiera fazę srebra oraz roztwór wtórny na osnowie fazy międzymetalicznej Ag_2Al i/lub Ag_3Al.

Kompozyt może też zawierać fazę aluminium jako składnik strukturalny.

Mikrostrukturę tego kompozytu obserwowaną za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego przy powiększeniu 50x przedstawiono na Fig. 2a, 2b, a przy powiększeniu 500x na Fig. 3a, 3b.

Struktura kompozytu według wynalazku, przedstawiona na Fig. 2a, 2b i Fig. 3a, 3b, wskazuje na równomierne rozmieszczenie składników strukturalnych, to jest fazy Ag, oznaczonej jako A, fazy Al, oznaczonej jako C, i roztworu wtórnego na osnowie fazy międzymetalicznej, oznaczonego jako B, rozmieszczonego na granicach faz Al i Ag. Składniki strukturalne są wydłużone w kierunku odkształcenia plastycznego kompozytu wskutek konsolidowania proszków Ag i Al poprzez obróbkę plastyczną.

Kompozyt według wynalazku jest wytwarzany sposobem, w którym w pierwszym etapie wytwarza się mieszaninę proszku srebra z proszkiem aluminium. Mieszanina proszków srebra i aluminium zawiera Al w ilości od 0,1 do 35% wagowych, co, zgodnie z układem Ag–Al pokazanym na Fig. 1, pozwala na tworzenie się roztworów wtórnych na osnowie faz międzymetalicznych δ-Ag_2Al oraz μAg_3Al.

Przygotowaną mieszaninę proszków Ag i Al poddaje się odkształceniu plastycznemu, korzystnie poprzez wyciskanie, w temperaturze w zakresie od 300°C do 560°C. Stosowanie wyciskania jako metody konsolidacji proszków w wyniku odkształcenia plastycznego pozwala uzyskać materiał lity, bez widocznej porowatości, z równomiernym rozmieszczeniem składników strukturalnych. Wyciskanie jest prowadzone na prasie. W celu ułatwienia doprowadzania mieszaniny proszków do prasy, przed odkształcaniem plastycznym mieszaninę proszków srebra i aluminium opcjonalnie poddaje się prasowaniu wstępnemu w matrycy, pod ciśnieniem od 100 do 700 MPa.

Podczas etapu odkształcania plastycznego mieszaniny proszku Ag i Al o wskazanych powyżej proporcjach i we wskazanym zakresie temperatur, na granicy fazowej pomiędzy fazami srebra Ag i aluminium Al tworzy się roztwór wtórny δ na osnowie związku międzymetalicznego Ag_2Al. Ponadto, powstaje także niewielka ilość innego roztworu wtórnego μ na osnowie związku międzymetalicznego Ag_3Al. Fazy międzymetaliczne, tworzące się podczas wyciskania proszkowych składników mieszaniny proszków Ag i Al, skutecznie umacniają kompozyt pozwalając uzyskać materiał o wysokich własnościach wytrzymałościowych (R_m=490 MPa, R_{02}=440 MPa, HV_2=135).

Według wynalazku, zakres temperatur, w których prowadzi się konsolidujące odkształcenie plastyczne jest dobrany optymalnie dla uzyskania litego kompozytu, w którym występują roztwory wtórne na osnowie faz międzymetalicznych Ag_2Al i Ag_3Al.

Stwierdzono, że roztwory wtórne na osnowie faz międzymetalicznych Ag_2Al i Ag_3Al tworzą się w temperaturze z zakresu 300°C do 560°C. W temperaturze niższej niż 300°C procesy dyfuzyjne będą na tyle wolne, że powstawanie roztworów wtórnych na osnowie faz międzymetalicznych Ag i Al jest bardzo utrudnione. Z kolei prowadzenie odkształcenia plastycznego proszków Ag i Al w temperaturze powyżej 560°C powoduje nadtopienie materiału.

Niska zawartość Al w składzie kompozytu, drobniejszy proszek Al, wyższa temperatura odkształcenia plastycznego, niższa prędkość odkształcenia plastycznego sprzyjają temu, że większa ilość Al wchodzi w skład roztworów wtórnych. W niektórych przypadkach może dojść do sytuacji, że faza Al nie wystąpi w gotowym kompozycie. Istotne jest, aby w strukturze kompozytu było zawarte srebro (będące

dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego) i roztwór wtórny/roztwory wtórne (które umacniają kompozyt).

W celu uzyskania dodatkowego wzmocnienia kompozytu po procesie odkształcania plastycznego opcjonalnie poddaje się go wyżarzaniu w temperaturze z zakresu od 200°C do 560°C, a korzystnie w temperaturze 400°C, przez co najmniej 5 minut.

Efekt umocnienie kompozytu wskutek tego wyżarzania jest uwidoczniony na Fig. 4. Przypuszcza się, że poprawa właściwości wytrzymałościowych tego kompozytu jest spowodowana tym, że roztwory wtórne zwiększają swój udział objętościowy w kompozycie, a co się z tym wiąże powodują większe utwardzenie.

P r z y k ł a d

Za pomocą mieszalnika TURBULA T2F zmieszano proszek srebra o cząstkach mniejszych niż 63 μm i proszek aluminium o cząstkach mniejszych niż 40 μm, w stosunku wagowym 45:10, uzyskując mieszaninę zawierającą 18% wagowych Al, reszta Ag. Proces mieszania trwał 1 godz. Zmieszane proszki wstępnie zagęszczono w temperaturze otoczenia w matrycy stalowej pod naciskiem 480 MPa, uzyskując wsad w postaci walca o średnicy 40 mm i wysokości 60 mm. Tak uzyskany wsad wyciśnięto w temperaturze 400°C na prasie współbieżnej i uzyskano kompozyt w postaci pręta o średnicy 8 mm.

Strukturę uzyskanego kompozytu obserwowano na próbkach za pomocą mikroskopu optycznego oraz skaningowego mikroskopu elektronowego.

Na Fig. 5 przedstawiono powiększony widok uzyskanej mikrostruktury kompozytu, którą poddano punktowej analizie chemicznej i rentgenowskiej analizie fazowej.

Wyniki badań punktowej analizy składu chemicznego poszczególnych obszarów mikrostruktury, oznaczonych na Fig. 5 jako 1, 2 i 3 przedstawiono w tabeli 1.

T a b e l a 1

	Obszar 1	Obszar 2	Obszar 3
Ag, % atom.	97,2	66,1	3,4
Al, % atom.	2,8	33,9	96,6

Wyniki wskazujące na zawartość Ag i Al w poszczególnych obszarach mikrostruktury potwierdzają, że skład chemiczny przejściowego obszaru 2, usytuowanego pomiędzy fazami Ag i Al odpowiada fazie Ag_2Al według układu równowagi Ag–Al (Fig. 1).

Wynik z rentgenowskiej analizy fazowej (Fig. 6), przeprowadzonej na próbce sproszkowanej (Rigaku MiniFlex II) potwierdza występowanie roztworu wtórnego na osnowie fazy międzymetalicznej δ-Ag_2Al na granicy fazowej pomiędzy srebrem Ag a aluminium Al oraz obecność niewielkiej ilości roztworu wtórnego na osnowie fazy międzymetalicznej μ-Ag_3Al.

Określono właściwości mechaniczne uzyskanego kompozytu wykonując próbę jednoosiowego rozciągania (Zwick/Roell Z050) w temperaturze otoczenia oraz pomiary twardości metodą Vickersa stosując obciążenie 2 kg (Shimadzu 15 HMV).

Uzyskano następujące dla badanego kompozytu Ag-Al:

gęstość	d=6,8 g/cm^3,
twardość	HV2=135,
wytrzymałość na rozciąganie	R_m=490 MPa,
granica plastyczności	$R_{0,2}$=440 MPa
moduł Younga	E=80 GPa,
wydłużenie	A=5%,
współczynnik Poissona	v=0,3,
rezystywność elektryczna	p=90,2 nΩm

Oceniono również wpływ czasu wyżarzania przeprowadzonego dla kompozytu po odkształcaniu plastycznym w temperaturze 400°C na twardość kompozytu stwierdzając, że wyżarzanie skonsolidowanego kompozytu w temperaturze 400°C powoduje stopniowy wzrost twardości produktu, która po wyżarzaniu przez 115 godzin osiąga wartość HV2=150.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że podczas odkształcania plastycznego proszków Ag i Al, prowadzonego w temperaturze z zakresu od 300°C do 560°C tworzą się roztwory wtórne na osnowie

faz międzymetalicznych, które skutecznie umacniają kompozyt pozwalając uzyskać materiał o wysokich własnościach wytrzymałościowych. Ponadto izotermiczne wyżarzanie kompozytu Ag–Al w temperaturze 400°C powoduje dalszy wzrost twardości do 150 HV2 (Fig. 4).

Obecność w mikrostrukturze kompozytu Ag–Al faz na osnowie związków międzymetalicznych Ag_2Al i Ag_3Al sprawia, że materiał taki cechuje się korzystnymi właściwościami użytkowymi. W materiale, zarówno w stanie wyciśniętym jak i po wyżarzaniu, nie stwierdzono porowatości. Fazy międzymetaliczne występujące w kompozycie Ag–Al skutecznie umacniają kompozyt pozwalając uzyskać materiał o wysokich własnościach wytrzymałościowych, doskonały zwłaszcza do zastosowania na styki elektryczne.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kompozyt, zwłaszcza na styki elektryczne, zawierający, skonsolidowany metodą odkształcenia plastycznego, proszek srebra, **znamienny tym**, że oprócz srebra zawiera aluminium w ilości od 0,1 do 35% wagowych, a struktura kompozytu zawiera co najmniej fazę srebra oraz roztwór wtórny na osnowie fazy międzymetalicznej Ag_2Al i/lub Ag_3Al.
2. Kompozyt według zastrz. 1, **znamienny tym**, że struktura kompozytu zawiera fazę aluminium.
3. Sposób wytwarzania kompozytu, zwłaszcza na styki elektryczne, w którym mieszaninę proszku na osnowie srebra poddaje się konsolidacji poprzez odkształcenie plastyczne, **znamienny tym**, że mieszaninę proszku wytwarza się z proszku srebra i od 0,1 do 35 % wagowych proszku aluminium, a konsolidację mieszaniny proszku przeprowadza się poprzez odkształcanie plastyczne w temperaturze z zakresu od 300°C do 560°C, doprowadzając do tworzenia się litego kompozytu zawierającego co najmniej fazę srebra oraz roztwór wtórny na osnowie fazy międzymetalicznej Ag_2Al i/lub Ag_3Al.
4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że odkształcanie plastyczne mieszaniny proszku przeprowadza się poprzez wyciskanie na prasie.
5. Sposób według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że przed odkształcaniem plastycznym mieszaninę proszków srebra i aluminium prasuje się wstępnie w matrycy pod naciskiem od 100 do 700 MPa.
6. Sposób według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że wytworzony materiał tnie do się i/lub przerabia plastycznie do uzyskania kompozytu o żądanym kształcie i wymiarach.
7. Sposób według zastrz. 3 albo 4, **znamienny tym**, że wytworzony kompozyt wyżarza się w temperaturze od 200°C do 560°C, przez co najmniej 5 minut.

Rysunki

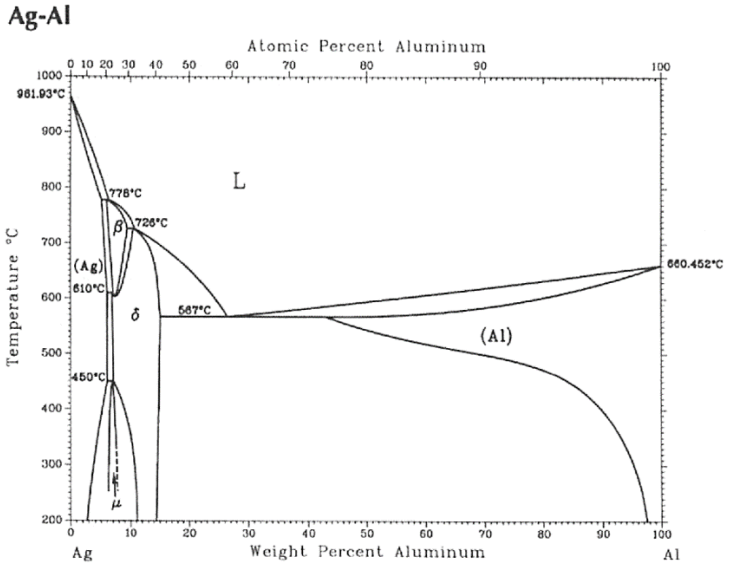

Fig. 1

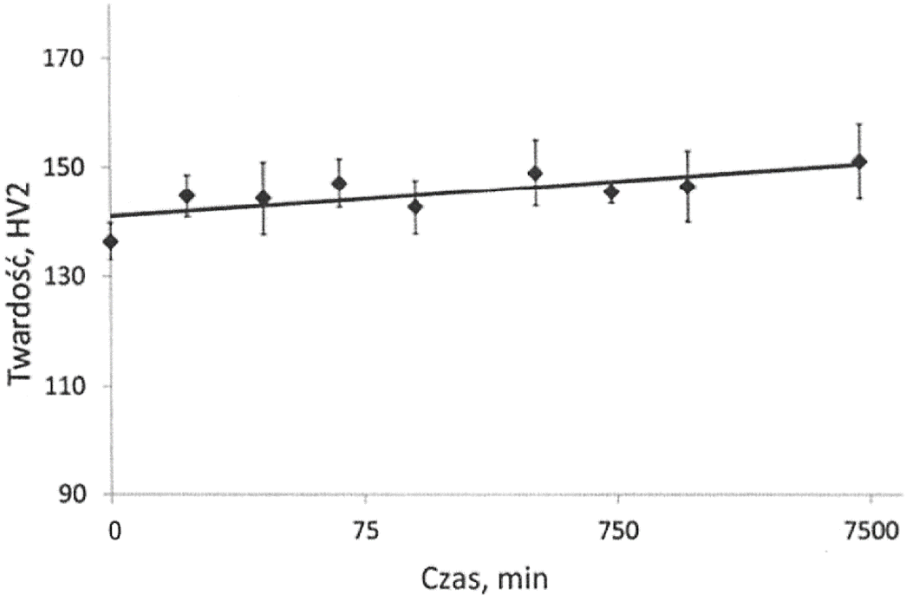

Fig. 4

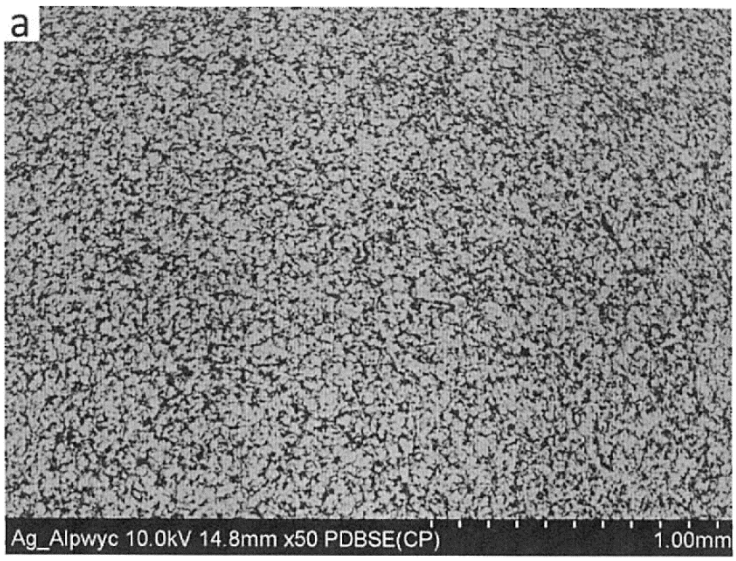
a
Ag_Alpwyc 10.0kV 14.8mm x50 PDBSE(CP)
1.00mm

Fig. 2a

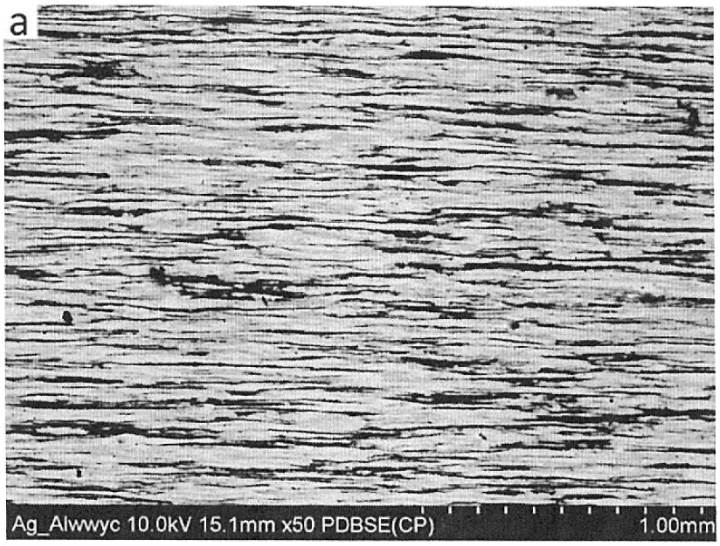
a
Ag_Alwwyc 10.0kV 15.1mm x50 PDBSE(CP)
1.00mm

Fig. 2b

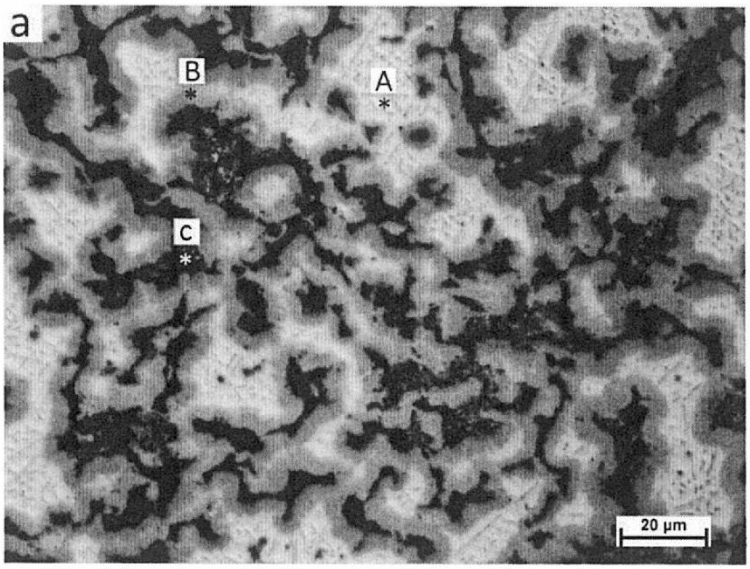

Fig. 3a

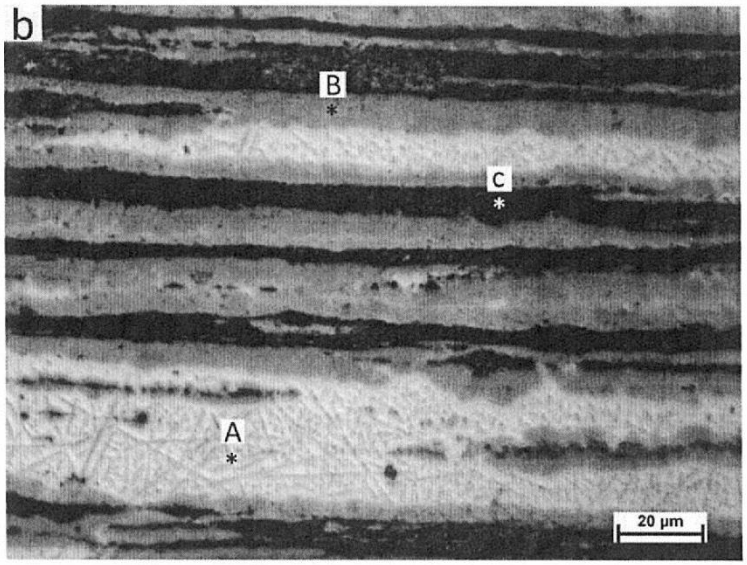

Fig. 3b

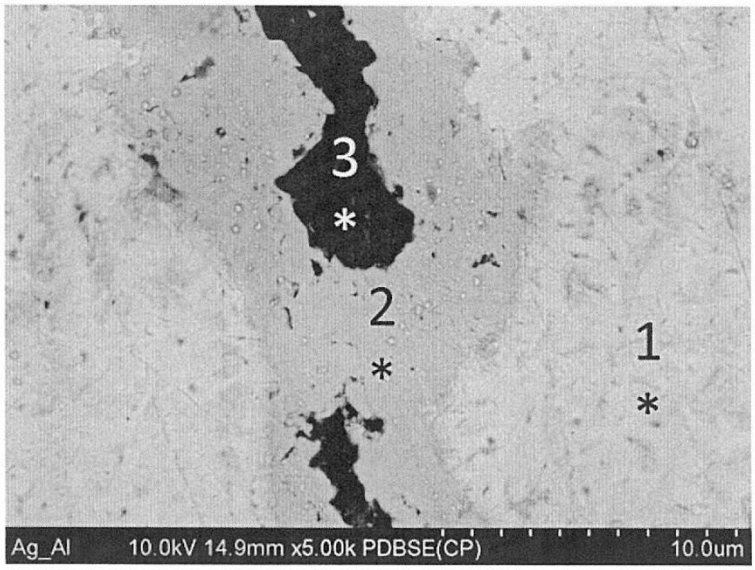

Fig. 5

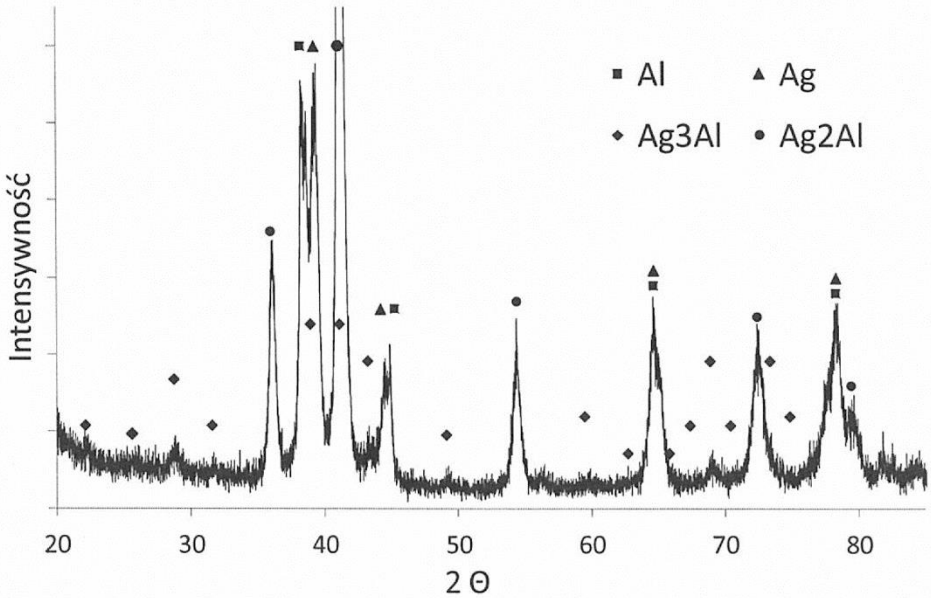

Fig. 6

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)