

Materiał stykowy AgZnO

WSTĘP

Podzespoły stykowe są stosowane w różnego rodzaju urządzeniach badawczych, przemysłowych jak również w sprzęcie powszechnego użytku.

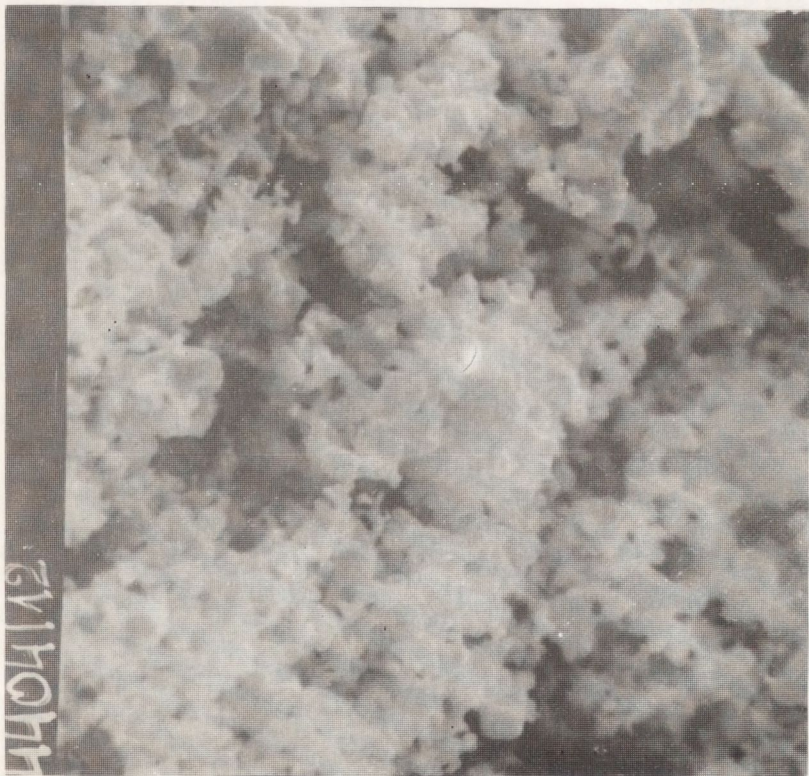
W zależności od warunków pracy - obciążenia prądowe (od kilku setnych do kilku tysięcy amperów), częstości łączeń (od kilku do kilkuset razy na minutę), atmosfery i temperatury pracy, materiały stykowe muszą mieć określone własności fizyczne i mechaniczne. Jedną z najważniejszych własności tych materiałów jest odpowiednio stała i niska w czasie oporność stykowa [1].

Typowym przedstawicielem materiałów stykowych pracujących w warunkach od kilku do kilkuset amperów jest AgCdO. Materiał ten, mimo że jest znany od kilkudziesięciu lat, jest w dalszym ciągu badany i modyfikowany. Obecnie, równolegle do materiału AgCdO istnieją materiały stykowe z dodatkiem tlenków innych metali, takich jak: ołów, miedź, cyna, cynk, ind, antymon czy cer [1, 2].

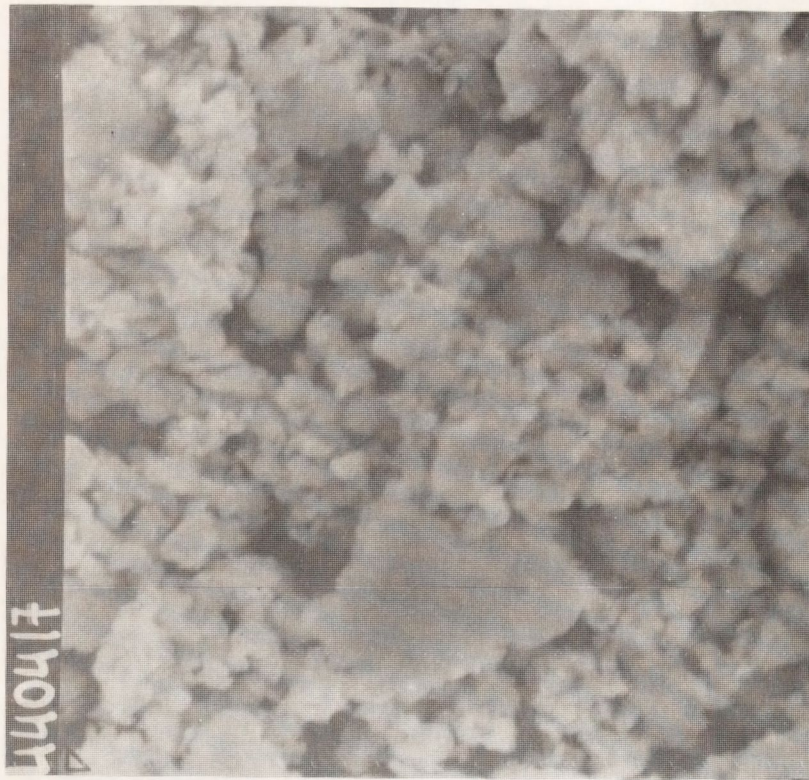
Porównując własności tlenku kadmu z własnościami tlenków innych metali zauważyć można pewną zbieżność własności CdO z własnościami tlenku cynku [3]. Mając to na uwadze podjęto próbę otrzymania materiału stykowego Ag-ZnO. Materiał ten jest zaliczany do grupy materiałów utwardzanych dyspersyjnie typu Ag-MeO, w których w miękkiej, dobrze przewodzącej prąd elektryczny matrycy srebrnej umieszczono równomiernie twarde cząstki tlenku metalu będącego dyspergentem.

Część technologiczna

Do badań użyto trzech rodzajów proszków srebra oznaczonych symbolami GA, GF i Ag 05 (produkcji CNPME w Warszawie) oraz jednego rodzaju proszku tlenku cynku (również produkcji krajowej). Poszczególne proszki srebra charakteryzowały się odmienną zawartością zanieczyszczeń oraz różną wielkością ziarna (szczegółowe dane w tabeli).



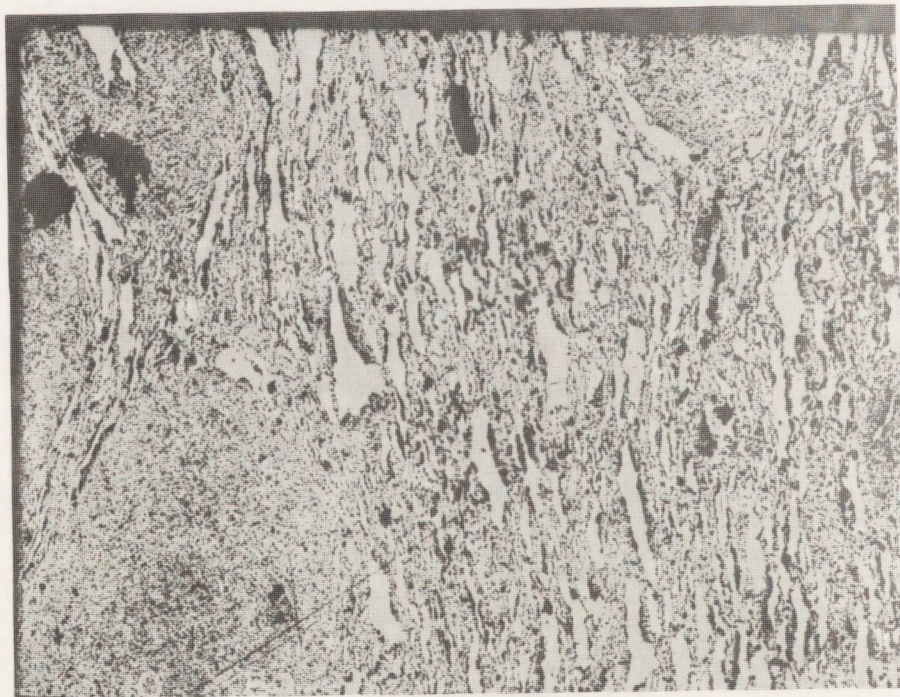
Rys. 1. Proszek srebra GA, pow. 5000 ×



Rys. 2. Proszek srebra GF, pow. 5000 ×



Rys. 3. Proszek ZnO, pow. 19000×



Rys. 5. Nietrawiony szlif spieku proszku srebra GA+10% wag. ZnO, pow. 50×



Rys. 6. Nietrawiony szlif spieku GA + 10% wag. ZnO, czas mieszania 2 h – na sucho, pow. 80×



Rys. 7. Nietrawiony szlif spieku GA + 10% wag. ZnO, czas mieszania 2 h – na mokro, pow. 80×



Rys. 8. Nietrawiony szlif spieku GF + 10% wag. ZnO, czas mieszania 1/2 h – na mokro, pow. 80×



Rys. 9. Nietrawiony szlif spieku GF + 10% wag. ZnO, czas mieszania 1 h – na mokro, pow. 80×



Rys. 10. Nietrawiony szlif spieku GF - 10% wag. ZnO, czas mieszania 10 h – na mokro, pow. 80×



Rys. 11. Nietrawiony szlif spieku GA + 10% wag. ZnO, czas mieszania 10 h – na mokro, pow. 80×

Rodzaje proszków srebra użyte w pracy

Nazwa proszku i oznaczenie	Czystość nie mniejsza niż %	Średnia wielkość ziarna wg Fiszera μm	Główne zanieczyszczenia
Proszek srebra GA	99,5	1÷3	nieoznaczono
Proszek srebra GF	99,0	3÷5	kwasy stearynowy
Proszek srebra Ag 05	99,0	~ 0,7	żelatyna

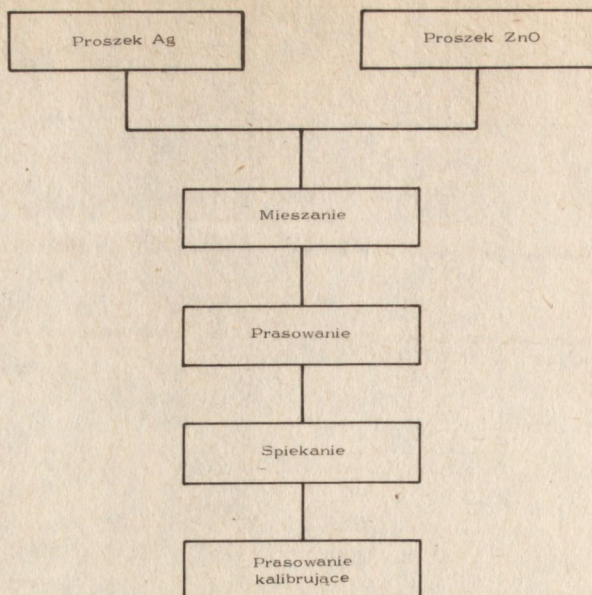
Po przeprowadzeniu wstępnych badań strukturalnych stwierdzono płatkową budowę proszków srebra oraz ich wyraźną skłonność do tworzenia aglomeratów. Jest to widoczne na zdjęciach wykonanych za pomocą mikroskopu scanningowego (rys. 1 i rys. 2).

Zdjęcie użytego do badań proszku tlenku cynku o czystości cz.d.a. wykonano stosując mikroskop elektronowy. Użyty w tej pracy proszek ZnO występował w postaci ziaren o kształcie wąskich grania-stosłupów z tendencją do tworzenia aglomeratów (rys. 3).

Te wstępnie przeprowadzone badania proszków srebra oraz tlenku cynku pozwoliły odkryć niekorzystne, dla dalszej operacji mieszania, ich własności, a tym samym niepożądane dla materiału stykowego mającego charakteryzować się równomierną strukturą.

Zapoznając się z metodami wytwarzania materiałów stykowych stosowanych w pracach technologicznych wybrano wariant otrzymania materiału stykowego przedstawiony na rys. 4.

Próbie mieszania proszków przeprowadzono w pojemniku ceramicznym obracającym się ruchem złożonym. Proces mieszania proszku srebra typu GA zawierającego 10% wagowych ZnO prowadzono na sucho przez 12 godzin. Z mieszanki wykonano wypraski na prasie hydraulicznej jednostronnego działania prasując je pod ciśnieniem 98,1 MPa, a następnie poddano je procesowi spiekania przez 8 godzin, w piecu komorowym, w atmosferze powietrza, w temperaturze 1123 K (850°C). Z otrzymanych spieków wykonano szlify a następnie zdjęcia metalograficzne.



Rys. 4. Schemat procesu technologicznego otrzymania materiału Ag-ZnO

Analizując je stwierdzono, że proszki wymieszały się źle i że należy podjąć następną próbę mieszania (rys. 5).

Tym razem mieszanie proszków przeprowadzono w pojemniku agatowym z kulkami agatowymi na urządzeniu "Pulverisette" w dwu wariantach, tj. na sucho oraz na mokro w alkoholu etylowym stosując jako zmienną różne czasy mieszania. Otrzymane mieszanki proszków srebra o zawartości 10% wagowych ZnO prasowano wstępnie na wypraski o średnicy 20 mm i wysokości 2,5 mm na prasie hydraulicznej jednostronnego działania pod ciśnieniem 784,8 MPa, a następnie spiekano w piecu komorowym w atmosferze powietrza przez 7,5 godziny w temperaturze 1113 K (840°C).

Celem nadania ostatecznego kształtu spieki prasowano w matrycy kalibrującej pod ciśnieniem 932 MPa.

Omówienie wyników

1. W wyniku obserwacji spieków stwierdzono brak wyraźnych śladów utleniania powierzchni co świadczy o tym, że proces spiekania może przebiegać w atmosferze powietrza w temperaturze 1113 K (840°C).
2. Występujące pory na powierzchni czołowej spieków z proszków na bazie GA oraz na bazie Ag 05, w odróżnieniu od gładkiej

powierzchni spieków z proszków na bazie GF, wskazują na zawartość zanieczyszczeń w proszkach Ag 05 i GA, które ulegają rozkładowi na produkty gazowe w wyższych temperaturach, tj. już w trakcie procesu spiekania ziaren.

3. Zaobserwowane kilkuprocentowe powiększenie wymiarów spieków świadczy o niewłaściwym, zbyt wysokim ciśnieniu prasowania wstępnego - 784,8 MPa.
4. Obserwacje szlifów wskazują, że urządzenie do mieszania "Pulverisette" zapewnia w obu wariantach mieszania, tj. na sucho i na mokro w alkoholu etylowym, b. równomierne rozłożenie się ziarn tlenku cynku w srebrnej matrycy (rys. 5, 6, 7).
5. Obserwacja szlifów wskazuje, że metoda mokra mieszania proszków w porównaniu z metodą mieszania na sucho zapewnia szybsze uzyskanie równomiernego rozłożenia się ZnO, jednak z chwilą przekroczenia pewnej jego wartości, różnej dla danego rodzaju proszku, może spowodować wtórne nierównomierne rozłożenie się ZnO (rys. 8, rys. 9, rys. 10).
6. Optymalna długość czasu mieszania na mokro waha się od 5 do 10 godzin i należy ją dobrać indywidualnie dla danego rodzaju proszku (rys. 10 i rys. 11).

W n i o s k i

1. W wyniku przeprowadzonych prac otrzymano na drodze metalurgii proszków materiał stykowy AgZnO mający równomierną strukturę, rokującą dobre własności. Duże zapotrzebowanie krajowe na materiały stykowe, w połączeniu z faktem produkcji w Polsce srebra oraz cynku, czyni materiał stykowy AgZnO interesującym. Praktyczne zastosowanie w technice tego materiału jest uwarunkowane koniecznością przeprowadzenia badań eksploatacyjnych określających trwałość łączeniową, oporność kontaktową w funkcji liczby łączy itp.
2. Szczególnie ważnym fragmentem technologii jest operacja mieszania proszków srebra i tlenku cynku. Ustalono, iż korzystniejsze jest mieszanie proszków na mokro.
3. Zastosowany w materiale stykowym dyspergent w postaci ZnO, w porównaniu z klasycznym tlenkiem kadmu mającym własności toksyczne, sprawia, że proces produkcyjny wytwarzania materiału AgZnO jest bezpieczniejszy i technologicznie łatwiejszy.

(Tekst dostarczono 12.04.1983 r.)

LITERATURA

- [1]. **Stolarz S.**: "Materiały na styki elektryczne", WNT, 1968
- [2]. Jahrbuch "Future 1981", DODUCO seite 102-104
- [3]. Anussr G.W. Samsonow: Sprawocznik "Fiziko-chimiczeskie swojstwa okisłow", Metałurgia, Moskwa, 1978