

Otrzymane wartości bardzo dobrze zgadzają się z danymi uzyskanymi przez innych autorów przy pomocy różnych metod - np. Mesnard w 1963 r. metodą bombardowania elektronami uzyskał dla potencjału jonizacji atomów wapnia wartość $V_{Ca} = 6,1 \pm 0,2$ V [4], a wartość podana przez Kiser a, uzyskana na drodze spektroskopii ultrafioletowej, wynosi $V_{Ca} = 6,111$ V [3].

Metoda jonizacji powierzchniowej, zastosowana przez autora po raz pierwszy do wyznaczenia potencjałów jonizacji atomów Ca i Mg dała zadowalające rezultaty, które można traktować jako eksperymentalne potwierdzenie teoretycznych wzorów opisujących jonizację powierzchniową atomów tych pierwiastków na rozżarzonej wolframie.

No zakończenie autor chciałby wyrazić podziękowanie Pani mgr inż. Alinie Kuśnieruk - Kierownikowi Laboratorium Spektrograficznego Zakładów Materiałów Lampowych w Warszawie, dzięki uprzejmości której mógł korzystać podczas wykonywania niniejszej pracy z bardzo czystego wolframu.

Literatura

1. Добрецов Л.Н. Гомолюнова М.В.: Эмиссионная электроника Изд.Наука, Москва 452-491, 1968
2. Дукельсий В.М.: Ф.Э.С., Изд.Советская Энциклопедия Москва 2, 219, 1962
3. Kiser R.W.: Introduction to mass spectrometry and its applications. Prentice-Hall. INC 300 - 307, 1965
4. Mesnard G., Uzan R., Cabaud B.: Charters phys., 17, 156, 333, 1963
5. Welershausen W.: Advances In Mass Spectrometry. Pergamon Press. New York vol. I, 120, 1959
6. Zandberg E.Ja., Janow N.I.: U.F.N., 67, 581, 1959
7. Zandberg E.Ja., Janow N.I.: Ž.T.F., 28, 11, 2444, 1958
8. Zinkiewicz J.M.: Folia Societatis Scientiarum Lublinsis, sectio C, vol. 7 - 8, 35, 1967/68.

Tadeusz KULESZA
ONPMP

Otrzymywanie próżnioszczelnych połączeń metal-metal i metal-ceramika techniką zgrzewania dyfuzyjnego w próżni

Łączenie różnych materiałów techniką zgrzewania dyfuzyjnego w próżni jest metodą stosunkowo młodą, zapoczątkowaną w latach pięćdziesiątych naszego stulecia. W technice tej istotną rolę odgrywa zjawisko adhezji no styku łączonych elementów oraz wzajemnej dyfuzji rdzeni atomowych poprzez granicę rozdziału. Zarówno konstrukcja urządzenia przeznaczonego do łączenia materiałów tą techniką, jak również sposób prowadzenia procesu łączenia mają za zadanie intensyfikację tych zjawisk.

Technologia zgrzewania dyfuzyjnego nie może być konkurencyjną w stosunku do tradycyjnych metod łączenia materiałów konstrukcyjnych, ale ze względu na swoją specyfikę umożliwia połączenie elementów, których nie można połączyć tradycyjnymi metodami. Znajduje ona wielu zwolenników i szybko rozwija się w takich krajach jak: ZSRR, USA, Anglia, Japonia, Francja, NRF, Holandia, Belgia i Szwecja. W Polsce badaniami nad technologią zgrzewania dyfuzyjnego zajmuje się równolegle kilka ośrodków naukowych, o miarę zainteresowania specjalistów tą nową metodą były obrady Ogólnopolskiego Sympozjum Naukowo-Technicznego poświęcone temu zagadnieniu.

Technologia zgrzewania dyfuzyjnego w próżni wymaga stosowania urządzeń spełniających następujące podstawowe parametry:

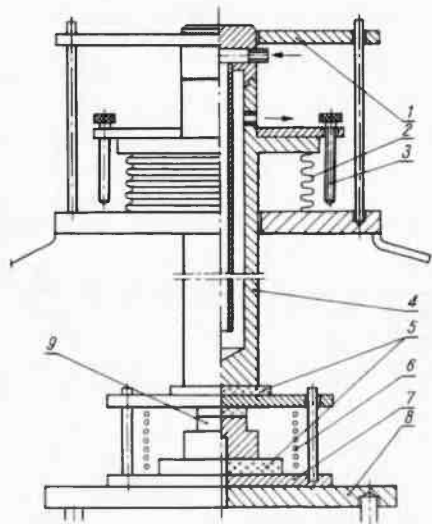
- próżnia poniżej $1 \cdot 10^{-4}$ Tr,
- temperatura dla większości materiałów konstrukcyjnych do 1470 K /1200 °C/,
- nacisk na łączone elementy do 5 kp/mm².

Urządzenia do zgrzewania dyfuzyjnego w próżni muszą zawierać cztery podstawowe układy:

- układ pompowy umożliwiający odpompowanie komory roboczej do wymaganej próżni oraz utrzymanie tej próżni podczas trwania procesu. Przy typowaniu układu pompowego należy uwzględnić zarówno ilość gazów zawartą w objętości odpompowywanej, jak również gazy wydobywające się wraz ze wzrostem temperatury z elementu grzejjego, detali łączonych oraz z wnętrza komory roboczej,
- układ grzewczy umożliwiający nagrzanie łączonych powierzchni do wymaganej temperatury,
- układ wywierający nacisk na łączone elementy,
- układ pomiarowy umożliwiający pomiar ciśnienia, temperatury oraz nacisku.

Ze względu na duże trudności w zakupieniu urządzenia spełniającego powyższe wymagania zdecydowano się na adaptowanie do zgrzewania dyfuzyjnego w próżni napylarki próżniowej NPI-360 produkcji Zakładu Doświadczalnego Elektroniki Próżniowej w Bolesławcu. Adaptacja polegała na zamocowaniu w górnej flanszy kiosza mechanicznego systemu nacisku, wymianie przepustów prądowych zwykłych na przepusty prądowe chłodzone wodą, wykonaniu molibdenowego elementu grzejjego wraz z ekranami cieplnymi, wykonaniu zasilacza transformatorowego większej mocy oraz na umieszczeniu w górnym, wolnym panelu układu pomiaru temperatury. Po wykonaniu tych prac otrzymano urządzenie pozwalające na dyfuzyjne zgrzewanie w próżni elementów o średnicy do 20 mm i wysokości 30 mm. Sposób przeniesienia nacisku do wnętrza komory próżniowej przedstawiono na rysunku 1.

Wstępne prace eksperymentalne nad otrzy-



Rys. 1. Schemat mechanicznego systemu nacisku wbudowanego w kiosz napylarki próżniowej.

1. Prowadnica, 2. Mieszek, 3. Śruba dystansowa, 4. Stempel dociskowy, 5. Ceramika, 6. Grzejnik, 7. Stolik dociskowy, 8. Podstawa, 9. Zgrzewana próbka.

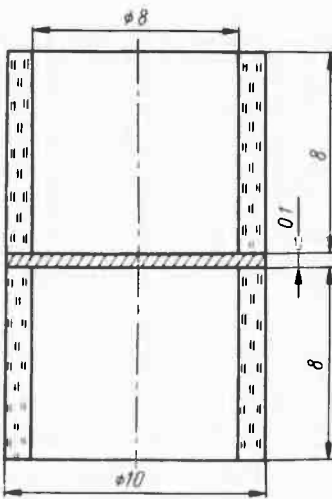
maniem złącz metal - metal wykazały, że koniecznym warunkiem otrzymania prawidłowego złącza jest powstanie dobrego złącza adhezyjnego w pierwszym etapie. Jakość utworzonego złącza adhezyjnego zależy w znacznej mierze od czystości powierzchni stykowych. Dlatego należy szczególnie starannie przygotować powierzchnie łączonych elementów. Ponieważ w wyniku działania sił adhezyjnych powstaje połączenie o stosunkowo niskiej wytrzymałości, należy spowodować wzajemną dyfuzję atomów przez granicę rozdziału łączonych elementów. Ze względu na znaczne różnice stężeń na granicy rozdziału powstaje dążność układu do stanu równowagi przejawiająca się we wzajemnej dyfuzji, której prędkość zależy od temperatury, czasu, struktury i składu chemicznego.

Prędkość dyfuzji zwiększyć można również przez zwiększenie energii aktywacji drogą przyłożenia pola elektrostatycznego prostopadłego do granicy rozdziału łączonych elementów.

Dotychczasowe badania wykazały, że metoda zgrzewania dyfuzyjnego w próżni może znaleźć zastosowanie przy łączeniu elementów wykonywanych z materiałów o budowie krystalicznej, a więc zarówno do połączeń typu metal - metal, jak również do połączeń metal - niemetal.

Prace eksperymentalne wykonywane w Zakładzie Złącz Ośrodka Naukowo-Produkcyjnego Materiałów Półprzewodnikowych pozwoliły na otrzymanie próżnioszczelnych połączeń szeregu materiałów konstrukcyjnych, metali kolorowych, jak również połączeń metal - ceramika. Poważne trudności napotkano podczas opracowywania technologii otrzymywania złącza miedzi z ceramiką wysokoglinową Al-19/o zawartości $\sim 97\% \text{Al}_2\text{O}_3$.

Drogą bezpośredniego zgrzewania miedzi z ceramiką uzyskano połączenie dwóch tulei z ceramiki Al-19 poprzez znajdującą się między nimi przekładkę miedzianą /patrz rys. 2/.



Rys. 2. Kształt złącza ceramika-miedź uzyskanego techniką zgrzewania dyfuzyjnego

Próba otrzymania próżnioszczelnego połączenia pierścienia miedzianego z krążkiem ceramicznym zakończyła się niepowodzeniem. Otrzymane złącze miało niewielką wytrzymałość i nie było próżnioszczelne. Mimo stosowania pola elektrostatycznego przyłożonego prostopadle do powierzchni łączonych elementów nie udało się otrzymać próżnioszczelnego złącza. Przy stosowaniu wyższej temperatury następowała deformacja kształtki miedzianej. Za miarę próżnioszczelności przyjęto uzyskanie nacieku mniejszego od $1 \cdot 10^{-8}$ Trl/s. Dopiero zastosowanie przekładki tytanowej między ceramiką i miedź doprowadziło do otrzymania próżnioszczelnego złącza o znacznej wytrzymałości. Podczas badań złącza na zrywanie przełom następował nie na płaszczyźnie styku łączonych elementów, lecz poprzez ceramikę. Podczas trwania procesu zgrzewania, na drodze wzajemnej dyfuzji miedzi i tytanu utworzył się stop eutektyczny miedzi z tytanem, którego temperatura topnienia leży poniżej temperatury procesu. Badania mikroskopowe utworzonego złącza wykazały dyfuzję tytanu do wnętrza ceramiki /zmiana zabarwienia ceramiki przy granicy rozdziału/. Przepuszczalność na powierzchni granicznej powstaje $\alpha - \text{Ti}_2\text{O}_3$, który ma strukturę zbliżoną do struktury $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ i bardzo zbliżoną siatkę sieciową.

WNIOSKI

Przeprowadzone prace eksperymentalne potwierdziły możliwość zastosowania techniki zgrzewania dyfuzyjnego w próżni do otrzymywania obudów ceramiczno-metalowych dla przemysłu elektronicznego. Na podstawie zdobytych doświadczeń opracowano technologię zgrzewania dyfuzyjnego dla obudowy do układów mikrofalowych w wersji miedziano-ceramicznej. Obudowę tę przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Obudowa ceramiczno-miedziana wykonana techniką zgrzewania dyfuzyjnego

Andrzej TACZANOWSKI
ONPMP

Problemy przemysłowej kontroli szczelności obudów elementów półprzewodnikowych za pomocą wykrywacza helowego*)

WSTĘP

Obudowy metalowo-ceramiczne elementów półprzewodnikowych muszą spełniać warunki szczelności. Najczęściej przyjmowana granica dopuszczalnego nacieku wynosi 10^{-8} Trl/s. Dla wykrywania nieszczelności tego rzędu stosuje się spektrometryczne helowe wykrywacze nieszczelności.

Przy użyciu nowoczesnego wykrywacza czas badania jednej obudowy wynosi od 1-1,5 minuty. Składają się na to czynności założenia względnie zdjęcia próbki, osiągnięcie dostatecznie wysokiej próżni, odmuchanie helu, zapowietrzenie badanego elementu. Przy seryjnej produkcji uzyskiwana przy opisanym cyklu badania wydajność wynosząca 40-60 szt./godz. jest niewystarczająca. Przy stosowaniu wielopozycyjnych uchwytów próbek można wprowadzić uzyskać wydajność większą do 180 szt./godz., ale wiarygodność przeprowadzanych badań jest mniejsza na skutek zbyt długiego przeciążenia operatora.

*/Referowane na konferencji: "Technika próżni w przemyśle i badaniach naukowych", Swieradów, 3-5 maja 1973 r.