



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 322702

51 IntCl⁷

G01B 11/28

G01N 33/00

22 Data zgłoszenia: 20.10.1997

54

Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobъекtów

CZYTELNO
OGÓLNA

43 Zgłoszenie ogłoszono:
26.04.1999 BUP 09/99

45 O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.2002 WUP 11/02

73 Uprawniony z patentu:
Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej
Mikrosyntezy im.S.Kaliskiego, Warszawa, PL

72 Twórcy wynalazku:
Eugeniusz Woryna, Warszawa, PL

74 Pełnomocnik:
Gałecki Piotr, IFPiLM

- 57 1. Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobъекtów, polegający na wykonaniu repliki powierzchni badanej, **znamienny tym**, że oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwyty (3) repliki układa się na wypolerowanej płytce stalowej (4), a do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwyty (3) wkłada się pręcik indowy (1) i poprzez ręczny docisk drugiej płytki (5) spęcznia się pręcik indowy (1), powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego (1) w otworze poosiowym uchwyty (3), jednocześnie uzyskując gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego (1) po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką (5), zaś tak wstępnie przygotowany uchwyt (3) ustawia się na replikowanym mikroobъекcie (2) w wybranym miejscu styczni z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego (1), następnie replikowany mikroobъекt (2) wraz z uchwytem (3) ustawia się na wypolerowanej płytce stalowej (4), a cały tak powstały zespół (1, 2, 3, 4) poddaje się obustronnemu dociskowi tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego (1) w styku z badaną powierzchnią mikroobъекtu (2), po czym odciąża się zespół (1, 2, 3, 4) i oddziela się replikę od mikroobъекtu (2).

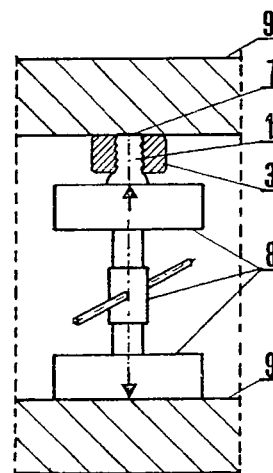


Fig.4

Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, polegający na wykonaniu repliki powierzchni badanej, **znamienny tym**, że oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwytu (3) repliki układa się na wypolerowanej płytce stalowej (4), a do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwytu (3) wkłada się pręcik indowy (1) i poprzez ręczny docisk drugiej płytki (5) spęcznia się pręcik indowy (1), powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego (1) w otworze poosiowym uchwytu (3), jednocześnie uzyskując gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego (1) po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką (5), zaś tak wstępnie przygotowany uchwyt (3) ustawia się na replikowanym mikroobiekcie (2) w wybranym miejscu stycznie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego (1), następnie replikowany mikroobekt (2) wraz z uchwytem (3) ustawia się na wypolerowanej płytce stalowej (4), a cały tak powstały zespół (1, 2, 3, 4) poddaje się obustronnemu dociskowi tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego (1) w styku z badaną powierzchnią mikroobektu (2), po czym odciąża się zespół (1, 2, 3, 4) i oddziela się replikę od mikroobektu (2).

2. Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, polegający na wykonaniu repliki powierzchni badanej, **znamienny tym**, że oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwytu (3) repliki układa się na wypolerowanej płytce stalowej (4), a do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwytu (3) wkłada się pręcik indowy (1) i poprzez ręczny docisk drugiej płytki (5) spęcznia się pręcik indowy (1), powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego (1) w otworze poosiowym uchwytu (3), jednocześnie uzyskując gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego (1) po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką (5), zaś tak wstępnie przygotowany uchwyt (1) ustawia się na drugim replikowanym mikroobiekcie (7) w wybranym miejscu stycznie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego (1), następnie uchwyt (3) poddaje się jednostronnemu dociskowi tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego (1) w styku z badaną powierzchnią drugiego mikroobektu (7), po czym odciąża się uchwyt (3) i oddziela się replikę od tego mikroobektu (7).

3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że oddzieloną replikę przykleja się klejem przewodzącym do standardowego podkładu stolika goniometrycznego i bada się ją za pomocą znanego, skaningowego mikroskopu elektronowego.

4. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że oddzieloną replikę przykleja się klejem przewodzącym do standardowego podkładu stolika goniometrycznego i bada się ją za pomocą znanego mikroskopu optycznego, stosując przy tym znane boczne oświetlenie repliki.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, umożliwiający wykonanie dokładnych pomiarów geometrycznych rzeźby powierzchni próbek z materiałów przewodzących, półprzewodzących, dielektrycznych lub z tworzyw sztucznych.

Najbardziej rozpowszechnionym, znanym sposobem wykonywania dokładnych pomiarów geometrycznych rzeźby powierzchni próbek jest mikroskopia elektronowa za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego, zwanego w skrócie SEM. Istotną zaletą mikroskopii elektronowej za pomocą SEM jest wysoka rozdzielczość przestrzenna rzędu 5-20 nm. W SEM elektrony sondy elektronowej o energii do kilkudziesięciu keV oddziałują tylko z cienką, przypowierzchniową warstwą badanego materiału o grubości wynoszącej kilka nanometrów. Informacja o strukturze badanej powierzchni jest zawarta w rejestrowanych elektronach wtórnych i rozproszonych, emitowanych z powierzchni badanej próbki pod działaniem sondy elektronowej SEM. Prąd elektronów wtórnych i rozproszonych przekształcany jest w obraz odzwierciedlający strukturę mate-

riałową lub rzeźbę powierzchni próbki. Jednakże uzyskany obraz stereoskopowy nie umożliwia wykonania dokładnych pomiarów geometrycznych rzeźby powierzchni próbki. W zasadzie skaningowa mikroskopia elektronowa umożliwia badanie próbek z materiałów przewodzących. W przypadku badania próbek z materiałów półprzewodzących lub z materiałów dielektrycznych próbki należy pokryć materiałem przewodzącym, na przykład metalem lub węglem w celu zapobieżenia destrukcji próbki pod działaniem sondy elektronowej SEM. Dla dokładnego badania rzeźby powierzchni próbki niezbędne jest wykonanie repliki tej powierzchni próbki. Materiał użyty do sporządzania repliki musi być odporny na działanie sondy elektronowej SEM, a ponadto nie powinien deformować się ani kurczyć pod działaniem tej sondy, nie powinien też reagować chemicznie ani zmieniać właściwości badanej próbki. Najbardziej przydatnymi materiałami do sporządzania replik są: octan celulozy, kauczuk silikonowy, octan poliwinylu lub węgiel. Jednakże repliki wykonane z wymienionych materiałów wymagają dodatkowo naparowania warstwy matalicznej. Technologia wykonania replik z wymienionych materiałów jest technologią złożoną, wymagającą kilku operacji, i pracochłonną.

Znane jest urządzenie, z opisu patentowego USA nr 4,422,764 pt. "Interferometer Apparatus For Microtopography". Układ tego urządzenia kieruje wiązkę lasera monochromatycznego na powierzchnię w celu detekcji odbić z powierzchni dla określenia jej topologii. Urządzenie to jest zasadniczo interferometrem, służącym do pomiaru odległości. Innym układem jest MP 2000, wytwarzający replikę badanej powierzchni bezkontaktowo. Ten typ urządzenia umożliwia przejście sygnału lasera do powierzchni próbki przez specjalny typ pryzmatu, który zmienia polaryzację padającej wiązki laserowej pozwalając dwóm ortogonalnie spolaryzowanym wiązkom wyjściowym dotrzeć do badanej powierzchni próbki, w pewnych, różnych jej punktach. Po odbiciu te dwie wiązki są ponownie łączone, a polaryzacja, powstałej w rezultacie tego łączenia wiązki może być zmierzona w celu określenia zmian w topologii powierzchni badanej. Wyniki przyrządów mierzących topologię powierzchni mogą być zanalizowane za pomocą komputerów i mogą umożliwiać wyświetlenie w celu pokazania zmian w pochyłościach na powierzchni. W wielu przypadkach jest celowe pokazanie powierzchni punkt po punkcie, aby wskazać jakieś większe rysy, takie jak zadraśnięcia, dołki lub nadżerki przed kopiowaniem powierzchni. W innych przypadkach powierzchnia poddawana kopiowaniu może wymagać należytego ułożenia w celu uniknięcia zarysowań lub podobnych cech w wyrobie. W normalnych okolicznościach niezbędne jest umożliwienie wyrównania użytego podłoża w celu dobrego zabezpieczenia powierzchni krystalicznej w trakcie kopiowania. W takich przypadkach jest pożądane pokazanie powierzchni badanej, poddanej kopiowaniu, na standardowym urządzeniu wyświetlającym, takim jak monitor telewizyjny. Taki pokaz pozwala operatorowi frezarko-kopiarki zabezpieczyć położenie powierzchni poddanej kopiowaniu, aby uniknąć krawędzi lub innych cech we włamaniach, albo jakichś większych rys w uprzednio wyrównanym podłożu. Powstałe repliki powierzchni są badane w poprzek i wzdłuż dokładnej linii na powierzchni, a pomiar zmian głębokości na tej powierzchni punkt po punkcie jest rzędu mikrometra lub mniej. Ponieważ od optyki wymaga się, aby pozwalała tak precyzyjnie mierzyć główne zmiany głębokości, takie jak krawędzie, należy użyć elementów o dużej ostrości i niedopuszczyć do przerw w prawidłowym działaniu frezarko-kopiarki. W celu określenia położenia głównych zmian głębokości i usytuowania linii zarysu, należy je wyświetlić na znacząco dużej powierzchni, wówczas rozmiar linii jest dobrze widoczny w urządzeniu. Taka powierzchnia może być powiększona tysiące razy, aby umożliwić w pełni wzrokową informację operatorowi. Dla przykładu, gdy szerokość linii badanej punkt po punkcie jest rzędu mikrona, wtedy szerokość pożądana powierzchni wyświetlającej powinna być rzędu milimetra. Przy dodaniu wyświetlającego układu optycznego do standardowej frezarko-kopiarki celowe jest wykorzystanie wielu komponentów wyjściowych. Dla przykładu, w standardowych frezarko-kopiarkach powierzchnia poddana kopiowaniu jest umieszczona na ruchomym stoliku, częściej też używa się elementów optycznych ruchomych, takich jak obracające się zwierciadło. W sposobie wyświetlania operacji może być wykorzystany równocześnie ruchomy, pojedynczy stolik, jak również układ soczewek uzupełniających, który skupia laserową wiązkę kopiującą na

próbce. Układ wyświetlający może być umieszczony oddzielnie, tak aby kopiowanie mogło mieć miejsce bez ingerencji spowodowanej przyrządem wyświetlającym.

Znany jest również układ wyświetlający dla frezarko-kopiarki, opisany w opisie patentowym USA nr 5, 017,012. Taka frezarko-kopiarka zawiera przyrządy do badania powierzchni przedmiotu i zapewnia wyświetlenie obrazu z tym związanego na poziomicę mikroskopijnej. Układ umożliwia przejście spolaryzowanej, skolimowanej wiązki laserowej przez pryzmat Nomarskiego i skupienie powstałych wiązek wyjściowych na powierzchni w celu jej zbadania. Układ dodatkowo zawiera wirujące zwierciadło, które może być w nim umieszczone pomiędzy laserem i pryzmatem Nomarskiego na żądanie operatora, które to zwierciadło jest przeznaczone do przepuszczania małego procentu światła laserowego. Inne źródło światła nieskolimowanego, spolaryzowanego, dostarczonego przez soczewkę skupiającą, ma możliwość przeniknięcia do zwierciadła wirującego w celu dalszego skierowania tą samą ścieżką przez pryzmat Nomarskiego i skupienia w punkcie, tym samym zabezpieczenia znacząco większego pola oświetlonego na powierzchni. Odbite światło z obu wiązek laserowych i dodatkowo światło nieskolimowane są skupione na tablicy przyrządu o sprzężeniu ładunkowym (CCD = charge-coupled device) i tam wyświetlone na monitorze obrazowym. To pozwala pokazać pole poddane kopiowaniu przed działaniem frezarko-kopiarki.

Znane są ponadto sposób i podzespół do mikroskopowo-gazowego odwzorowania powierzchni, opisane w polskim opisie patentowym nr 159988. Sposób według opisu nr 159988 polega na tym, że skolimowany strumień gazu kieruje się ze źródła gazu ukośnie na ściankę sondy gazometrycznej, której krawędź znajdująca się w nanometrycznej odległości od powierzchni badanej, posiada wgłębienie zwężające, przez które przenika część brzegowa strumienia. Po przejściu przez wgłębienie część brzegowa strumienia gazu odbija się od powierzchni badanej do przestrzeni próżniowej po drugiej stronie sondy, po czym kierowana jest do układu detekcyjnego, gdzie dokonywany jest pomiar. Powierzchnie bocznych ścianek warstwy przyległej do badanej powierzchni naparowuje się cienką warstwą ciężkiego metalu, zaś do powierzchni pomiędzy sondą gazometryczną i badaną powierzchnią wprowadza się równoległy do badanej powierzchni strumień elektronów lub długofalowych promieni rentgenowskich albo strumień gazu radioaktywnego, który to strumień steruje średnią odległością sondy od powierzchni badanej przesyłając sygnały do znanego mikromanipulatora piezoelektrycznego.

Podzespół do mikroskopowo-gazowego odwzorowania powierzchni posiada sondę gazometryczną, mającą postać płaskiej płytki zaokrąglonej od strony badanej powierzchni, zaś w krawędzi dolnej powierzchni tej płytki od strony źródła gazu, w jej osi symetrii, wykonane jest nanometrowe wgłębienie. W innej wersji podzespołu do mikroskopowo-gazowego odwzorowania powierzchni, sonda radiometryczna ma postać znanej sondy z otworem wlotowym prowadzącym do układu detekcyjnego, przy czym jest ona zaokrąglona od strony powierzchni badanej. W krawędzi dolnej powierzchni sondy, od strony źródła gazu, w jej osi symetrii, wykonane jest nanometrowe wgłębienie.

Wszystkie znane sposoby i urządzenia, służące do odwzorowania i pomiaru powierzchni badanej mikroobektów są bardzo rozbudowane optycznie i wymagają mniej lub więcej skomplikowanych źródeł światła. W szczególności sposób i podzespół do mikroskopowo-gazowego odwzorowania powierzchni, opisany w polskim opisie patentowym nr 159988, są przykładem zaangażowania drogich i skomplikowanych środków technicznych, takich jak komora próżniowa, sonda gazometryczna, lub sonda radiometryczna, układ detekcyjny, mikromanipulator piezoelektryczny, nie mówiąc już o konieczności użycia promieni rentgenowskich i gazu radioaktywnego, niebezpiecznych dla zdrowia operatora. Żaden z opisanych, znanych sposobów i urządzeń nie może być stosowany do sporządzania replik powierzchni o uszkodzeniach radiacyjnych, powstałych w wyniku oddziaływania produktów reakcji termojądrowych z wewnętrznymi ścianami komory wyładowania w urządzeniach typu Plasma Focus, Tokamek i temu podobnych.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności znanych sposobów i urządzeń, służących do odwzorowania i pomiaru badanej powierzchni mikroobektów.

Cel ten osiągnięto zaskakująco prostym, w związku z tym tanim sposobem wytwarzania replik powierzchni mikroobektów.

Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, według wynalazku, polegający na wykonaniu repliki powierzchni badanej, charakteryzuje się następującymi czynnościami. Oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwytu repliki układa się na wypolerowanej płytce stalowej. Do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwytu wkłada się pręcik indowy i poprzez ręczny docisk drugiej płytki spęcznia się pręcik indowy, powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego w otworze poosiowym uchwytu, jednocześnie uzyskuje się gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką. Tak wstępnie przygotowany uchwyt ustawia się na replikowanym mikroobiekcie w wybranym miejscu, styknie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego. Następnie replikowany mikroobekt wraz z uchwytem ustawia się na wypolerowanej płytce, a cały tak powstały zespół poddaje się obustronnemu dociskowi tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego w styku z badaną powierzchnią mikroobektu. Po czym odciąża się zespół i oddziela się replikę od mikroobektu.

Alternatywny sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, polegający na wykonaniu repliki powierzchni badanej, charakteryzuje się następującymi czynnościami. Oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwytu repliki układa się na wypolerowanej płytce stalowej. Do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwytu wkłada się pręcik indowy i poprzez ręczny docisk drugiej płytki spęcznia się pręcik indowy, powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego w otworze poosiowym uchwytu, jednocześnie uzyskuje się gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką. Tak wstępnie przygotowany uchwyt ustawia się na replikowanym mikroobiekcie w wybranym miejscu styknie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego. Następnie uchwyt poddaje się jednostronnemu dociskowi tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego w styku z badaną powierzchnią mikroobektu, Po czym odciąża się uchwyt i oddziela się replikę od mikroobektu. Oddzieloną replikę od mikroobektu przykleja się klejem przewodzącym do standardowego podkładu stolika goniometrycznego i bada się ją za pomocą znanego, skaningowego mikroskopu elektronowego. Alternatywnie oddzieloną replikę od mikroobektu przykleja się klejem przewodzącym do standardowego podkładu stolika goniometrycznego i bada się ją za pomocą znanego mikroskopu optycznego, stosując przy tym znane boczne oświetlenie repliki.

Sposób, według wynalazku, jest bardzo prosty i nadzwyczaj skuteczny. Przedmiotowym sposobem można sporządzać repliki powierzchni mikroobektów, wykonanych z materiałów przewodzących, półprzewodnikowych, dielektrycznych, oraz z tworzyw sztucznych, z małym nakładem kosztów, a najdroższy z elementów, niezbędnych do sporządzania repliki, ind jest możliwy do odzyskania. Niezaprzeczalną zaletą przedmiotowego sposobu jest możliwość sporządzania replik powierzchni wewnętrznych, na przykład uszkodzeń radiacyjnych, powstałych w wyniku oddziaływania produktów reakcji termojądrowej oraz prędkich jonów ze ścianą komory wyładowania w urządzeniach takich, jak Plasma Focus, Tokamak itp.

Sposób odwzorowania i badania powierzchni mikroobektów, w przykładzie wykonania, jest objaśniony na podstawie rysunku, na którym fig. 1 przedstawia uchwyt z umieszczonym w jego otworze pręcikiem indowym ułożony na wypolerowanej płytce stalowej, fig. 2 - ten sam uchwyt, ułożony na wypolerowanej płytce stalowej, poddany ręcznemu dociskowi za pomocą drugiej płytki, fig. 3 - zespół, składający się z uchwytu, z mikroobektu i z wypolerowanej płytki stalowej, poddany obustronnemu dociskowi za pomocą prasy, a fig. 4 - fragment komory wyładowań z umieszczonym w niej uchwytem, dociskany jednostronnie za pomocą symbolicznej dźwigni.

Przedmiotowy sposób jest następujący. Do odwzorowania powierzchni mikroobektów, czyli wykonania repliki, użyto nadzwyczaj, miękkiego i ciągliwego indu, o kształcie pręcika 1 i o średnicy zależnej od wielkości replikowanego mikroobektu 2 oraz o długości zależnej od wysokości przygotowanego uchwytu 3 repliki. Uchwyt 3 repliki powinien zapewniać trwałe mechaniczne

i elektryczne połączenie z repliką, dlatego wykonuje się go z materiału przewodzącego. Elektryczny kontakt repliki z uchwytem 3 jest nadzwyczaj istotny w przypadku badań mikroskopowych repliki za pomocą SEM w celu zapobieżenia ładowaniu się badanej repliki, co w praktyce utrudnia lub wręcz uniemożliwia jej badanie. Uchwyt 3 umożliwia manipulowanie repliką, na przykład w czasie przygotowania jej do badań mikroskopowych, w szczególności do badań za pomocą SEM, nie powodując uszkodzenia samej repliki. Uchwyt 3 ma kształt prostopadłościanu lub walca. Na jego osi wykonuje się otwór przelotowy o średnicy zależnej od wielkości badanego mikroobektu 2. Wewnętrzna powierzchnia otworu uchwyty 3 jest chropowata i zapewnia mechaniczne połączenie pręcika indowego 1 z tym uchwytem 3. W konkretnym przypadku uchwyt 3 stanowi nakrętka M4, zaś pręcik indowy 1 ma średnicę trzech milimetrów i długość trochę większą od wysokości nakrętki M4. Powierzchnia gwintu w tym konkretnym przypadku stanowi element łączący replikę z uchwytem 3. Jedną z powierzchni horyzontalnych uchwyty 3 szlifuje się, uzyskując w ten sposób płaską powierzchnię, zaś zewnętrzne powierzchnie, a w przypadku nakrętki M4, krawędzie, stępia się, ponieważ ostre powierzchnie uchwyty 3 w czasie sporządzania repliki mogłyby uszkodzić replikowany mikroobekt, szczególnie w przypadku sporządzania repliki z mikroobektów wykonanych z tworzywa sztucznego. Tak przygotowany uchwyt 3 oczyszcza się z zanieczyszczeń mechanicznych oraz odłuszcza się go w dowolnym rozpuszczalniku. Uchwyt 3 układa się oszlifowaną powierzchnią horyzontalną na wypolerowanej płytce stalowej 4. Do nagwintowanego otworu uchwyty 3 wkłada się przycięty pręcik indowy 1 i poprzez drugą płytkę 5 spęcznie się go lekko dociskając tę płytkę 5 palcami, powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego 1 w otworze uchwyty 3 i jednocześnie uzyskuje się gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego 1 po przeciwnej stronie jego docisku za pomocą drugiej płytki 5. Tak wstępnie przygotowany uchwyt 3 ustawia się na replikowanym mikroobekcie 2 w wybranym miejscu, stycznie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego 1. Następnie replikowany mikroobekt 2 wraz z uchwytem 3 ustawia się na wypolerowanej płytce stalowej 4, a cały powstały w ten sposób zespół 1, 2, 3, 4 poddaje się obustronnemu dociskowi za pomocą prasy 6 tak silnemu, aby nastąpiło całkowite spęczenie pręcika indowego 1 w styku z badaną powierzchnią mikroobektu 2 i aby spęczenie to było trwałe. Po czym odciaża się zespół 1, 2, 3, 4 i oddziela się replikę od mikroobektu 2.

Nieco odmiennie sporządza się repliki powierzchni o uszkodzeniach radiacyjnych, powstałych w wyniku oddziaływania produktów reakcji termojądrowych z wewnętrznymi ścianami komory wyładowania 9 w urządzeniach typu Plasma Focus, Tokamek i temu podobnych. W tym przypadku oszlifowaną powierzchnię horyzontalną uchwyty 3 układa się na wypolerowanej płytce stalowej 4, a do poosiowego otworu, korzystnie nagwintowanego, tego uchwyty 3 wkłada się pręcik indowy 1 i poprzez ręczny docisk drugiej płytki 5 spęcznie się pręcik indowy 1, powodując przy tym zakleszczenie pręcika indowego 1 w otworze poosiowym uchwyty 3, jednocześnie uzyskuje się gładką powierzchnię horyzontalną pręcika indowego 1 po przeciwnej stronie jego docisku drugą płytką 5. Po czym tak wstępnie przygotowany uchwyt 3 ustawia się na replikowanym mikroobekcie 7 w wybranym miejscu stycznie z gładką powierzchnią horyzontalną pręcika indowego 1. Następnie uchwyt 3 poddaje się jednostronnemu dociskowi, tak silnemu, aby spowodować całkowite, trwałe spęczenie pręcika indowego 1 w styku z badaną powierzchnią mikroobektu 7. Po czym odciaża się uchwyt 3 i oddziela się replikę od mikroobektu 7. Urządzeniem dociskającym uchwyt 3 do badanej powierzchni mikroobektu 7 może być dowolna dźwignia 8, której drugie ramię wsparte jest na przeciwległej ścianie komory wyładowania 9.

Zwykle sporządzona replika słabo przylega do badanego mikroobektu 2 lub 7, co oczywiście zależy od rodzaju materiału, z którego jest wykonany replikowany mikroobekt 2 lub 7, w związku z tym łatwo lecz ostrożnie oddziela się ją od tego mikroobektu 2 lub 7 za pomocą pin-cety, aby uniknąć uszkodzenia tej repliki. Oddzieloną replikę od mikroobektu 2 lub 7 przykleja się klejem przewodzącym do standardowego podłoża stolika goniometrycznego i bada się ją za pomocą mikroskopu SEM lub mikroskopu optycznego, nie przedstawionych na rysunku. W przypadku badania repliki za pomocą mikroskopu optycznego stosuje się boczne oświetlenie repliki.

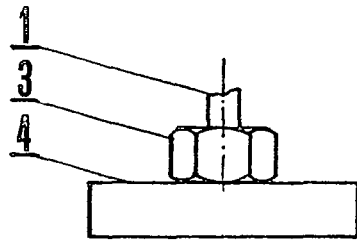


Fig.1

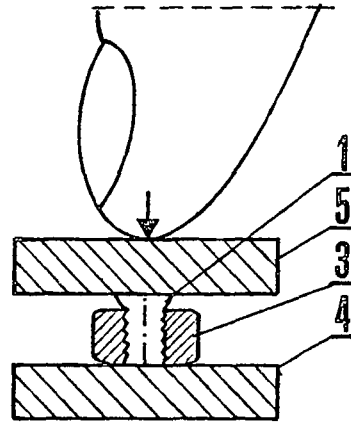


Fig.2

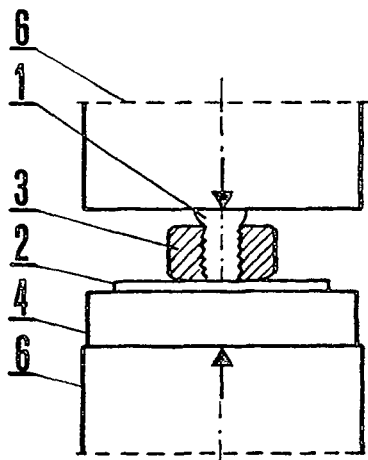


Fig.3

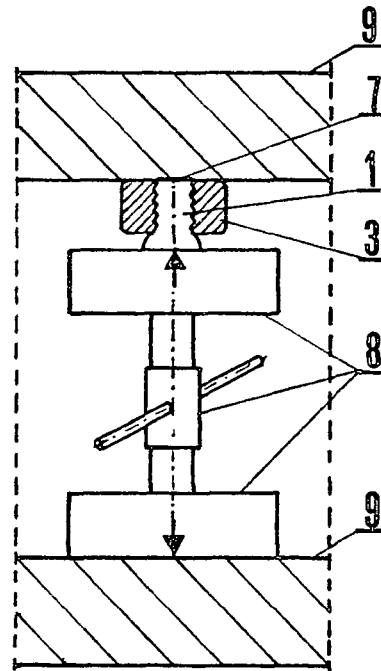


Fig.4