

Ultraprecyzyjne szlifowanie szkła optycznego z wykorzystaniem zawiesiny CeO_2 domieszkowanej lantanem

Soczewki o wysokiej aperturze są ultraprecyzyjnie szlifowane i polerowane. Zbyt długie polerowanie pogarsza jednak dokładność kształtową soczewki i obniża wydajność obróbki. Aby zredukować naddatek na polerowanie albo wręcz wyeliminować polerowanie, zaproponowano zastosowanie ultraprecyzyjnego szlifowania z wykorzystaniem zawiesiny dwutlenku ceru domieszkowanej lantanem.

Mimo że twardość dwutlenku ceru (CeO_2) jest mniejsza niż aluminium, stanowi on podstawowe ścierniwo używane do polerownia soczewek, ponieważ łatwo się kruszy, a jego oddziaływanie chemiczne wspomaga polerowanie. Postanowiono wykorzystać te cechy CeO_2 do zwiększenia efektywności szlifowania soczewek ze szkła optycznego przez ciągłe dostarczanie do strefy szlifowania zawiesiny zawierającej CeO_2 domieszkowanej lantanem. W wyniku kruszenia się CeO_2 zawiesina przyjmowała postać pasty ściśle przylegającej do powierzchni ściernicy, a proces szlifowania był wspomagany chemicznie (rys. 1).

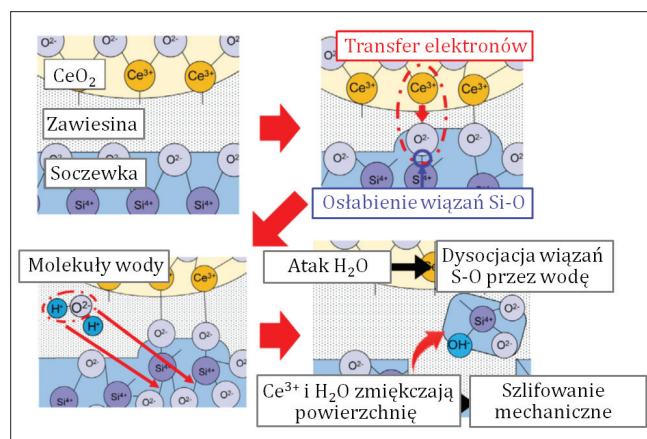
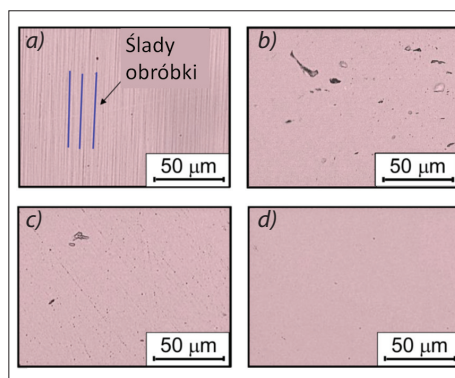
Gdy CeO_2 kontaktuje się z powierzchnią szkła, elektrony Ce^{3+} , wchodzące w skład CeO_2 , wiążą się jonami tlenu O^{2-} , osłabiając wiązanie Si-O. Uwolnione jony OH^- i OH^+ łączą się z atomami krzemu i tlenu. To również zmiękcza powierzchnię szkła. Ziarna diamentowe mogą łatwo i dokładnie usuwać zmiękczone szkło, dlatego można stosować większe głębokości skrawania i posuwu.

Stanowisko badawcze przedstawiono na rys. 2. Wykorzystano ściernicę diamentową o wymiarze ziarna 2000 i średnicy $\varnothing 100$ mm do szlifowania obrobionej

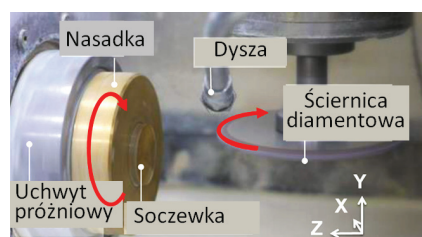
wstępnie soczewki ze szkła BK7 o średnicy $\varnothing 30$ mm i promieniu krzywizny 60,225 mm.

Na rys. 3 widać mikrografie powierzchni uzyskanej po szlifowaniu konwencjonalnym i z wykorzystaniem różnych zawiesin CeO_2 : czystej, domieszkowanej lantanem oraz zmieszanej z substancją powierzchniowo czynną. Przyjęto głębokość skrawania 0,5 mm i posuw 1,0 mm/min.

Rys. 3. Stan powierzchni szlifowanej różnymi metodami: a) szlifowanie konwencjonalne, b) CeO_2 z substancją powierzchniowo czynną, c) zawiesina z czystym CeO_2 , d) zawiesina CeO_2 domieszkowana lantanem



Rys. 1. Przepuszczalny mechanizm szlifowania wspomaganego zawiesiną CeO_2



Rys. 2. Stanowisko badawcze

Po szlifowaniu konwencjonalnym z chłodziwem na bazie wody zostały ślady obróbki, ale nie było pęknięć (rys. 3a). Zgodnie z oczekiwaniami duża ilość pokruszonego CeO_2 , który przywierał do ściernicy, zapewniła wystarczające oddziaływanie chemiczne, jednak ani zastosowanie zawiesiny CeO_2 z substancją powierzchniowo czynną (rys. 3b), ani z czystym CeO_2 (rys. 3c) nie dało znacznej poprawy w stosunku do szlifowania konwencjonalnego. Dopiero powierzchnia szlifowana z zawiesiną CeO_2 domieszkowaną lantanem była gładka jak po polerowaniu, bez mikropęknięć i śladów obróbki (rys. 3d).

Dalsze badania wykazały, że zawiesina CeO_2 domieszkowana lantanem pozwoliła na dwu-, trzykrotne zwiększenie głębokości szlifowania i pięciokrotne zwiększenie prędkości posuwu w porównaniu ze szlifowaniem konwencjonalnym z chłodziwem opartym na wodzie.

LITERATURA

Yoshiki Konumaa, Masahiko Fukutab, Katsutoshi Tanakab. "Ultra-precision grinding of optical glass lenses with La-doped CeO_2 slurry". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 68 (2019): 345–34, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.089>.

Opracował: prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak