

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Szklą metaliczne na bazie żelaza, ze względu na swoje doskonałe, miękkie własności magnetyczne są odpowiednimi materiałami stosowanymi produkcji urządzeń elektrycznych, takich jak elektroniczne systemy pomiarowe i kontrolne, druty magnetyczne, sensory, filtry środkowo-przepustowe, ekrany magnetyczne, czy wysoko sprawne transformatory mocy. jednak w przypadku nagłego (gwałtownego) wzrostu temperatury, dochodzi do niekontrolowanej krystalizacji, w wyniku której pewne właściwości (w zasadzie obie: dobre miękkie właściwości magnetyczne i właściwości mechaniczne) zostają utracone. Tym samym, wytwarzanie właściwej struktury w wyniku krystalizacji materiału amorficznego jest szczególnie istotne z technologicznego punktu widzenia. Z tego powodu, temperaturowa stabilność magnetycznie miękkich szkieł metalicznych FeSiB, stanowi ciągle przedmiot szerokich badań. Właściwa obróbka cieplna, która prowadzi do częściowej krystalizacji materiału amorficznego może w wielu przypadkach doprowadzić do poprawy właściwości zarówno właściwości magnetycznych, jak i mechanicznych. Szczegółowe poznanie procesu krystalizacji materiałów amorficznych jest konieczne, dla określonego stopnia ich nanokrystalizacji.

Proces przejścia materiału ze stanu amorficznego do stanu krystalicznego odbywa się poprzez kilka stanów pośrednich. Aktualnie zostało dowiedzione, że dzięki strukturze złożonej z drobnych kryształów α -Fe(Si) rozmieszczonych równomiernie w amorficznej osnowie materiały wykazują doskonałe, miękkie, właściwości magnetyczne. Wielu autorów wykazało, że w trójskładnikowym stopie Fe-Si-B (bez dodatków Cu i Nb), w wyniku wygrzewania w niskiej temperaturze, można otrzymać strukturę nanokrystaliczną, jednak proces wymaga stosowania długich czasów (~300 h) z powodu wolnej kinetyki procesu, co stanowi znaczną przeszkodę przy otrzymywaniu struktury nanokrystalicznej w warunkach przemysłowych. Z tego powodu, różne metody szybkiego nagrzewania są wykorzystywane dla uzyskania kontrolowanego, częściowego zeszklenia materiałów amorficznych.

W oparciu o przeprowadzone wcześniej badania wykazano, że obróbka laserowa amorficznych materiałów metalicznych prowadzi do zlokalizowanej, nierównowagowej ich nanokrystalizacji. Z uwagi na duże szybkości nagrzewania i chłodzenia towarzyszące procesowi obróbki laserowej, brak jest technik eksperymentalnych, które pozwoliłyby na bezpośrednią symulację "in situ" cyklu cieplnego zachodzącego w wyniku oddziaływania wiązki laserowej. Pomimo, że proces laserowej krystalizacji jest tani i szybki, to jednak gwałtowne zarodkowanie fazy krystalicznej, rozłożonej w sposób dowolny w osnowie amorficznej powoduje, że jest trudny do kontroli. Kontrolowanie ilości i rozmieszczenia fazy krystalicznej jest konieczne dla zapewnienia poprawy właściwości materiałów nanokrystalicznych. W ostatnich latach laserowe interferencyjne strukturowanie materiałów, zwane również jako bezpośrednia interferencyjna litografia laserowa (DLIL), uzyskuje coraz szersze zastosowanie. Metoda ta pozwala na wytwarzanie periodycznych nanostruktur, równomiernie rozmieszczonych na dużej powierzchni różnych materiałów i jest szybko rozwijającą się dziedziną badań, z możliwością zastosowania w wielu różnych dziedzinach. Metoda ta pozwala w sposób bezpośredni wytwarzać na znacznym obszarze zdefiniowane, periodyczne, struktury powierzchniowe w mikro- i nano-skali.

Stąd, głównym celem projektu jest poznanie wpływu fluencji (gęstości energii), ilości impulsów laserowych (liczby strzałów) i ich częstotliwości, jak również ich periodycznego rozmieszczenia na powierzchni taśm amorficznych na proces krystalizacji (zeszklenia) w czasie interferencyjnego laserowego nagrzewania.

Dla udowodnienia zaproponowanej hipotezy badawczej, amorficzne próbki ze stopów FeSiB oraz FeCuNbSiB będą interferencyjnie (1D i 2D) nagrzewane z wykorzystaniem promieniowania lasera Q-switched Nd:YAG o różnej długości fali ($\lambda = 532, 335$ i 266 nm). Po obróbce próbki różniły się będą przestrzennym rozmieszczeniem nagranych obszarów (linii oraz kropek) oraz ich wielkością i wzajemną odległością. W kolejnych etapach badań analizowane będą zmiany mikrostruktury oraz właściwości magnetycznych i mechanicznych. Zmiany strukturalne szkieł metalicznych analizowane będą z wykorzystaniem następujących technik badawczych: dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, mikroskopii elektronowej skaningowej i transmisyjnej oraz mikroskopii sił atomowych. Proponowany projekt ma duże znaczenie naukowe i dotyczy najbardziej aktualnych zagadnień w dziedzinie inżynierii materiałowej.

Wyniki badań uzyskane w wyniku realizacji projektu, stanowią będą podstawę do zastosowania interferencyjnego nagrzewania laserowego w celu uzyskiwania periodycznie rozmieszczonych w osnowie amorficznej obszarów (linii lub kropek) o strukturze nanokrystalicznej, w celu wytworzenia nowych materiałów o szczególnych właściwościach magnetycznych i mechanicznych.

Można oczekiwać, iż wyniki uzyskane w wyniku realizacji tak kompleksowych badań, które stanowią główny cel projektu, stworzą dla specjalistów z dziedziny inżynierii materiałowej istotnie nowy instrument pozwalający rozwijać nowe technologie laserowe, w których interferencyjne impulsowe nagrzewanie laserowe będzie wykorzystywane dla obróbki materiałów amorficznych w tym również masywnych szkieł metalicznych.