

# Difrakce elektronů v krystalech, zobrazení atomů

O. Lomický<sup>1</sup>, R. Vašut<sup>2</sup>, T. Souček<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gymnázium a SOŠ, Plasy

<sup>2</sup>Masarykovo gymnázium, Příbor

<sup>3</sup>Gymnázium Aloise Jiráska, Litomyšl

Ondrej.Lomicky@seznam.cz

tomas.soucek@glit.cz

roman.vasut@gypri.cz

## Abstrakt

Naše práce se zabývá zobrazováním struktur atomů v monokrystalech a polykrystalech. Tato pozorování jsou možná díky difrakci elektronů v elektronovém mikroskopu. Pozorovali jsme vzorky (Ni, Al-Mn, Ni-Ti) na transmisním elektronovém mikroskopu.

## 1 Úvod

Vzhledem k tomu, že rozlišovací schopnost běžného mikroskopu má své limity ve vlnové délce světla, musíme využívat částice, které mají oproti fotonům menší vlnovou délku. Proto přichází na scénu elektronová mikroskopie. Při našem pozorování jsme používali transmisní elektronový mikroskop (TEM). V elektronových mikroskopech se využívá difrakce elektronů na atomech vzorku.

## 2 Teorie měření elektronovým mikroskopem

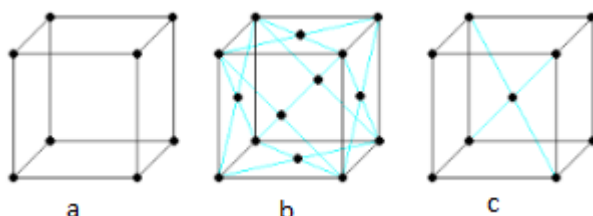
### 2.1 Transmisní elektronový mikroskop

V TEM je elektronový svazek emitován W katodou, urychlen akcelerátorem a poté sveden do úzkého proudu systémem kondenzorových magnetických čoček. Poté interaguje se vzorkem a dopadá na fluorescenční stínítko. Běžné vakuum v moderním elektronovém mikroskopu se pohybuje kolem  $10^{-5}$  Pa, takto nízký tlak zajišťuje soustava vývěv.

Primární vakuovou pumpou bývá rotační vývěva, která je relativně hlučná a špinavá, kvůli tomu, že pracuje v olejové lázni. Rotační vývěva dokáže vytvořit tlak okolo  $10^{-1}$  Pa, takže pro vytvoření vyššího stupně vakua se používá difuzní vývěva. Ve spodní části difuzní vývěvy je ploténka, která ohřívá olej na bod varu, který se poté odpařuje, a tyto páry kondenzují na studeném povrchu pláště vývěvy a tímto způsobem získáme tlak  $10^{-4}$  Pa. Iontová vývěva pracuje efektivně od  $10^{-3}$  Pa a jelikož je malá a neobsahuje pohyblivé části, tak se nachází blízko vzorku.

## 2.2 Krystalické mřížky

Atomy jsou v mnoha látkách uspořádány do krystalické mřížky, ve které zaujímají pravidelné uspořádání. K jejich popisu se běžně používají tzv. Bravaisovy mřížky, jež mohou být lineární, rovinné a trojrozměrné. Obvykle se udává elementární buňka, což je nejmenší část krystalické struktury. Elementární buňky jsou tvořeny částicemi (atomy, molekulami nebo ionty). U kubické



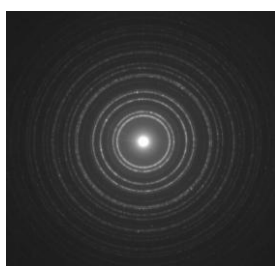
mřížky se rozdělují se na buňku prostou (a), kde je uvnitř krychle 1 atom, plošně centrovanou (b), kde na krychli připadají 4 atomy a prostorově centrovanou (c), kde na jednu krychli připadají 2 atomy.

Výše jsou uvedeny tzv. ideální krystalové mřížky, které jsou absolutně bez vad. Ve skutečnosti v krystalické mřížce vznikají poruchy, které lze rozdělit na poruchy bodové (substituční atom, intersticiální atom a vakance), lineární (dislokace) a plošné (vrstevné chyby, hranice zrn či mezifázová rozhraní).

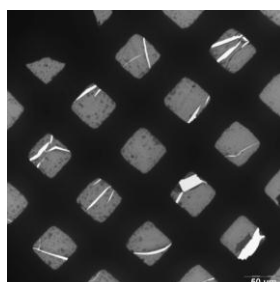
## 2.3 Měření

Vzorčky, které jsme pozorovali v elektronovém mikroskopu, byly ve formě standardní 3 mm Cu síťky s napařeným polykrystalem niklu, tenké fólie slitiny hliníku s manganem a tenké fólie slitiny titanu s niklem.

Z difrakčních obrazců, které se promítaly na luminiscenční stínítko, jsme přiřadili k jednotlivým materiálům příslušné krystalické struktury.



difrakční obrazec  
polykrystalu Ni



400x zvětšená  
mřížka s napařením



difrakční obrazec jednoho  
zrna ve slitině Al-Mn

## 3 Shrnutí

V našem miniprojektu jsme si úspěšně vyzkoušeli rozpoznání typu krystalové struktury na základě difrakčních obrazců. Dále jsme měli možnost se seznámit s transmisním elektronovým mikroskopem, indexováním krystalových rovin a poruchami krystalové mřížky v různých slitinách.

## **Poděkování**

Chtěli bychom poděkovat celému organizačnímu týmu Týdne vědy, zejména pak Ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. a prof. Dr. RNDr. Miroslavu Karlíkovi za odborný výklad a dohled.

## **Reference:**

KARLÍK, Miroslav. *Úvod do transmisní elektronové mikroskopie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04729-3.