

Laboratoř Elektronové Mikroskopie (LEM)

RNDr. Mariana Klementová, Ph.D.

LEM

complex characterization of materials from micro to nanometer scale

- morphology
- chemical composition
- structure/defects
- in-situ mechanical testing

- SEM - Phenom
- SEM/FIB - FEI Quanta
- TEM - Jeol 1200EX
- S/TEM - FEI Tecnai
- sample preparation
 - mechanical grinding
 - mechanical polishing
 - electropolishing
 - ion polishing

LEM

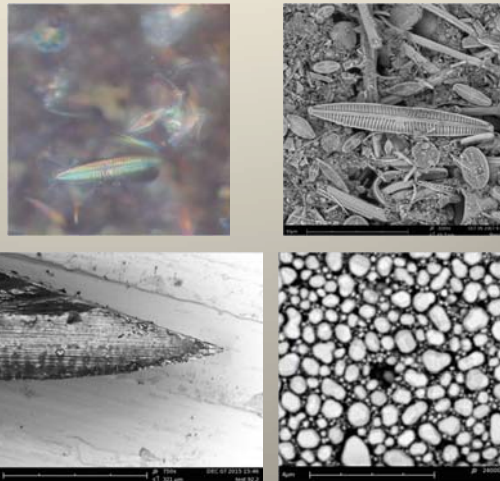
SEM - Phenom

Phenom

- CeB₆, 5 kV
- BSE imaging
- 24kX magnification
- 60 nm resolution
- only conductive samples



- size and morphology of grains/particles



LEM

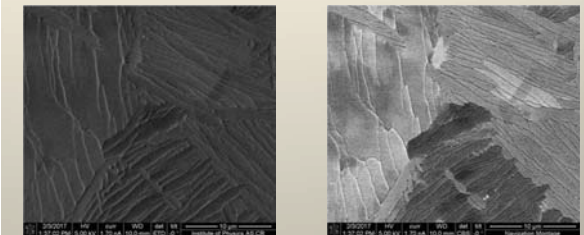
SEM - FEI Quanta 3D FEG

Quanta

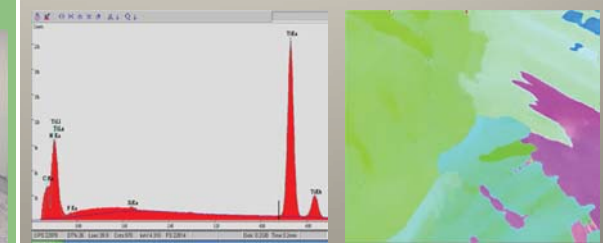
- FEG, 0.5-30 kV
- LMIS-Ga, 2-30 kV
- SE, BSE
- EDX
- EBSD
- FIB (nanomilling)
- nanoindentation
- 3D-EBSD



- secondary electron imaging
- backscattered electron imaging



- energy dispersive X-ray spectroscopy
- electron backscatter diffraction

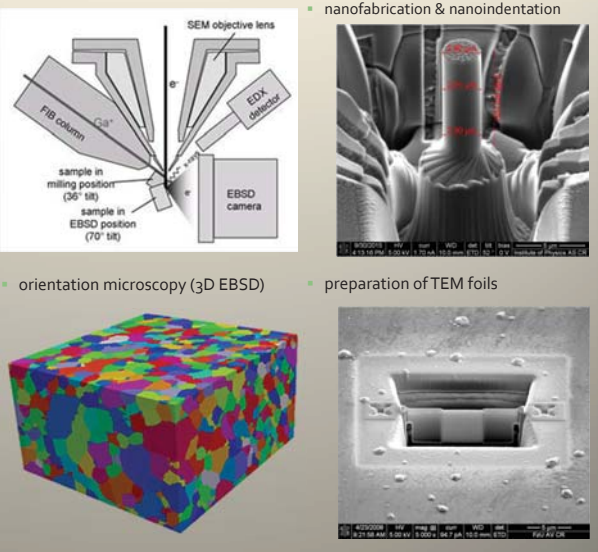


LEM

SEM - FEI Quanta 3D FEG

Quanta

- FEG, 0.5-30 kV
- LMIS-Ga, 2-30 kV
- SE, BSE
- EDX
- EBSD
- FIB (nanomilling)
- nanoindentation
- 3D-EBSD



▪ nanofabrication & nanoindentation

▪ orientation microscopy (3D EBSD)

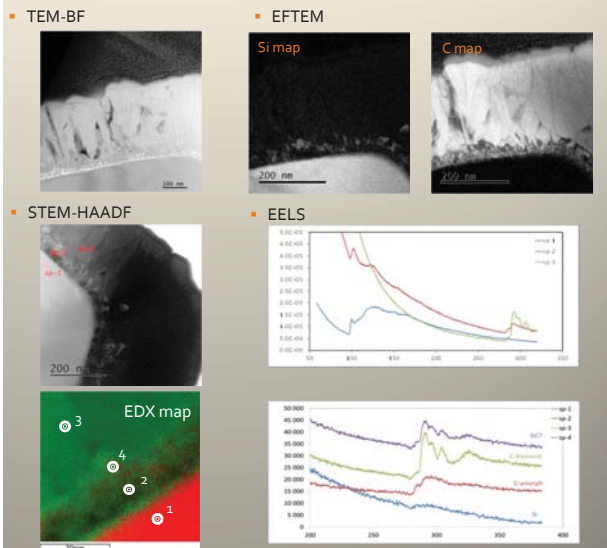
▪ preparation of TEM foils

LEM

S/TEM - FEI Tecnai F20 X-twin

Tecnai

- FEG, 200 kV
- TEM-BF/DF
- SAED, CBED, NBD
- HRTEM, EFTEM
- STEM-HAADF
- EDX, EELS
- Lorentz microscopy
- holders - ST, DT, HT(DT)



▪ TEM-BF

▪ EFTEM

▪ STEM-HAADF

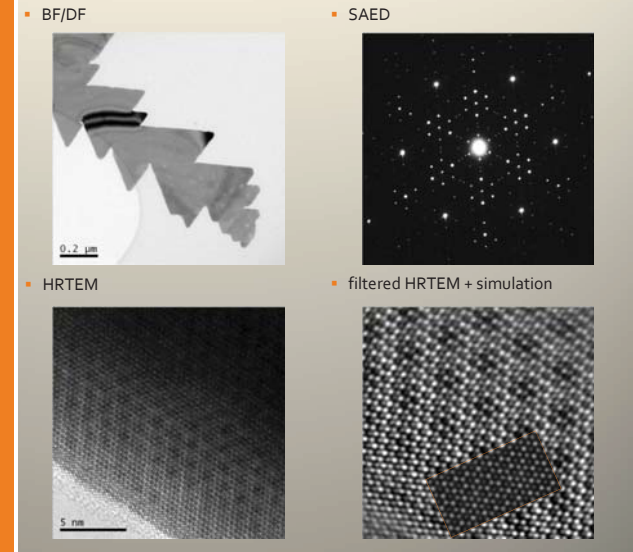
▪ EELS

LEM

S/TEM - FEI Tecnai F20 X-twin

Tecnai

- FEG, 200 kV
- TEM-BF/DF
- SAED, CBED, NBD
- HRTEM, EFTEM
- STEM-HAADF
- EDX, EELS
- Lorentz microscopy
- holders - ST, DT, HT(DT)



▪ BF/DF

▪ SAED

▪ HRTEM

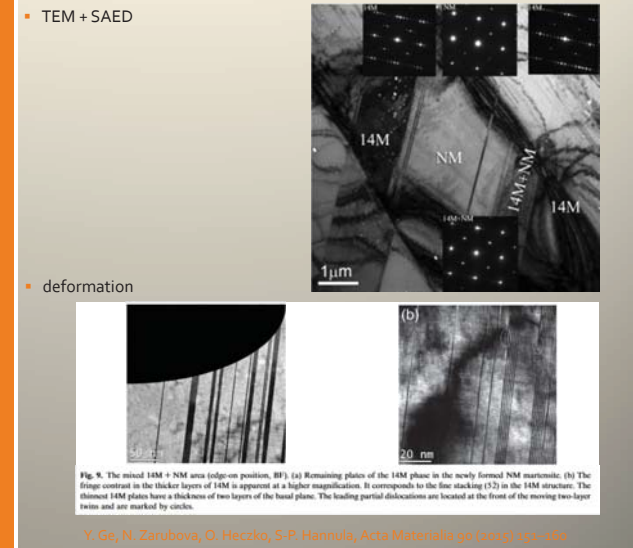
▪ filtered HRTEM + simulation

LEM

TEM - Jeol 1200EX

Jeol 1200EX

- W, 120 kV
- TEM-BF/DF
- SAED, CBED
- in-situ microscopy
- holders
 - ST - single tilt
 - DT - double tilt
 - deformation (DT)
 - deformation + heating (DT)



▪ TEM + SAED

▪ deformation

Fig. 9. The mixed 14M + NM area (edge-on position, BF). (a) Remaining plates of the 14M phase in the newly formed NM martensite. (b) The fringe contrast in the thicker layers of 14M is apparent at a higher magnification. It corresponds to the fine stacking (12) in the 14M structure. The thinnest 14M plates have a thickness of two layers of the basal plane. The leading partial dislocations are located at the front of the moving two-layer twins and are marked by circles.

LEM - summary

- SEM - Phenom
- SEM/FIB - FEI Quanta
- TEM - Jeol 1200EX
- S/TEM - FEI Tecnai

- sample preparation
 - mechanical grinding
 - mechanical polishing
 - electropolishing
 - ion polishing

vedoucí

Mariana Klementová

SEM

Jan Maňák
Leoš Polívka

TEM

Mariana Klementová
Marek Vronka
Jan Duchoň (DPP)

Příprava vzorků pro TEM

Martin Kittler
Petr Svora (DPP)

LEM

Laboratoř elektronové mikroskopie (LEM) provozuje transmisní a skenovací elektronové mikroskopy s širokým spektrem analytických metod (např. EDX, EBSD, nanoindentace, Ga-FIB, HRTEM, SAED, NBD, CBED, EFTEM, EELS, Lorentzovská mikroskopie, in-situ TEM). Dále je v laboratoři k dispozici vybavení pro přípravu vzorků včetně iontového a elektrolytického leptání, případně Ga-FIB. LEM se zabývá se charakterizací materiálů na nanometrovém měřítku.

Základními službami, které nabízí ústavním výzkumným týmům, jsou

- morfologická analýza (SEM, TEM),
- fázová analýza/analýza krystalografické orientace (SEM/EBSD),
- testování mechanických vlastností (SEM-nanoindentace),
- fázová analýza a morfologie jednotlivých fází (TEM/EDX/ED/EELS),
- zobrazení s atomárním rozlišením (HRTEM),
- in-situ mikroskopie (zahřívání, deformace)