

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Physik

Fachgebiet: Experimentalphysik

Betreuer: Prof. Dr. Ronald Redmer

Khachiwan Buakor

(e-mail: khachiwan.buakor@xfel.eu)

Dynamische Kompressionsexperimente von (Mg,Fe)O an Röntgenstrahlungsfreie Elektronen Laser und großen Laser Einrichtungen

Englische Zusammenfassung

(Mg,Fe)O is one of the major components constituting to interiors of the Earth and super-Earths, a class of rocky planets with 2 to 10 Earth masses. The knowledge of (Mg,Fe)O phase stability and physical properties at extreme conditions is crucially important for understanding these planetary structures and formations. This work investigates the phase transition of (Mg,Fe)O and its end-member FeO at the conditions relevant to planetary interiors. By combining the shock compression technique together with X-ray diffraction (XRD), the structural phase changes under high pressure and temperature were probed. Pressure conditions were determined by the velocity interferometer system for any reflector (VISAR) and hydrodynamic simulation. In this study, the structural phase relations along its Hugoniot of FeO up to 250 GPa was revealed. The B1 structure of FeO was stable up to 172 GPa and FeO became liquid at 189 GPa. (Mg,Fe)O was also shock-compressed up to 270 GPa. The B1-B2 phase transition of (Mg,Fe)O could be observed at approximately 240 GPa. These conditions could occur in super-Earths with deeper core-mantle boundaries and the phase transition could influence the rheological properties of the mantle.

Deutsche Zusammenfassung

(Mg,Fe)O ist eine der Hauptkomponenten, die die inneren Schichten der Erde und der Super-Erden, einer Klasse felsiger Planeten mit 2 bis 10 Erdmassen, ausmachen. Daher ist das Wissen über die Phasenstabilität und die physikalischen Eigenschaften von (Mg,Fe)O unter extremen Bedingungen entscheidend, um diese planetarischen Strukturen und deren Entstehung zu verstehen. Diese Arbeit untersucht den Phasenübergang von (Mg,Fe)O und seinem Endglied FeO unter Bedingungen, die für das Innere von Planeten relevant sind. Durch die Kombination der Schockkompressionstechnik mit Röntgenbeugung (XRD) wurden die strukturellen Phasenänderungen unter hohem Druck und hohen Temperaturen untersucht. Die Druckbedingungen wurden mittels des Geschwindigkeit-Interferometer-Systems für jeden Reflektor (VISAR) und durch hydrodynamische Simulationen bestimmt. In dieser Studie wurden die strukturellen Phasenbeziehungen von FeO entlang seiner Hugoniot bis zu 250 GPa aufgezeigt. Die B1-Struktur von FeO war bis zu 172 GPa stabil, und bei Drucken über 189 GPa wurde FeO flüssig. (Mg,Fe)O wurde ebenfalls bis zu 270 GPa schockkomprimiert. Der B1-B2-Phasenübergang von (Mg,Fe)O konnte bei etwa 240 GPa beobachtet werden. Diese Bedingungen könnten auf Super-Erden mit tieferen Grenzflächen zwischen Kern und Mantel auftreten und die rheologischen Eigenschaften wie den Wärmefluss und die Evolution beeinflussen. Diese Bedingungen könnten auf Super-Erden mit tieferen Kern-Mantel-Grenzen auftreten, und der Phasenübergang könnte die rheologischen Eigenschaften des Mantels beeinflussen.