

In situ Th-Pb dating of monazite by 266 nm laser ablation and ICP-MS with a single collector, and its control by EMP analysis

In situ Th-Pb-Datierung von Monazit mit 266 nm Laser-Ablation/Single-Collector-ICP-MS und Kontrolle mit der EMS-Analyse

BERNHARD SCHULZ (Freiberg), HELENE BRÄTZ (Würzburg), KLAUS BOMBACH (Freiberg) & ERWIN KRENN (Salzburg)

Key words: monazite, analytical procedure, laser ablation, inductively coupled plasma mass spectrometry, Th-U-Pb dating, chemical model ages, In situ Th-Pb dating of monazite by 266 nm laser ablation and ICP-MS with a single collector, and its control by EMP analysis

Kurzfassung

Eine in-situ-Ablation von Monazit in 35 µm großen Kratern mit einem 266 nm Laser und eine sequentielle Messung mit einer Quadrupol-ICP-MS ergibt reproduzierbare Isotopen-Verhältnisse für eine ^{232}Th - ^{208}Pb -Altersbestimmung. Im Vergleich zu datierten paläozoischen Monaziten (SHRIMP, TIMS, CHIME-Methode mit Analyse von Th-U-Pb mit Elektronenstrahl-Mikrosonde) sind die $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ -Verhältnisse systematisch zu niedrig. Die Abweichung wird mit instrumenteller Messabweichung (mass bias) und Unterdrückung von gering konzentrierten Ionen im Plasma (space charge effect) erklärt. Korrekturfaktoren lassen sich empirisch mit einer linearen Interpolation zwischen zwei Standards bestimmen, welche die paläozoischen Alter (500–300 Ma) einer Probenreihe einschließen. Auf Grundlage der $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ -Zählraten beträgt der Fehler 7–8 % (1σ) und ist abhängig vom Alter. Paläozoische Monazit-Alter innerhalb größerer Körner in hochgradig metamorphen Peliten werden zufriedenstellend reproduziert. Die Methode erlaubt eine schnelle und kostengünstige in-situ Altersbestimmung an größeren Monazitkörnern in Dünnschliffen von Leukograniten und hochgradig metamorphen Metapeliten oder in Kornpräparaten der Schwermineralfraktion von Gesteinen.

Abstract

In-situ ablation of monazite in single craters of 35 µm diameter in thin sections using a 266 nm laser coupled with a quadrupole ICP-MS generates reproducible ratios of isotopes for ^{232}Th - ^{208}Pb dating by peak-hopping acquisition. Compared to Palaeozoic monazites dated by the SHRIMP, TIMS and the CHIME method based on Th-U-Pb analysis using the electron microprobe, the $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ values are systematically too low and are dependent on the $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ and the age, respectively. This deviation is the result of instrumental mass bias and space-charge effects in the plasma. An empirical correction was determined. The correction factors were gained empirically by linear interpolation between two standards which bracket the Palaeozoic age span (500 to 300 Ma) of the samples. Correction factors increase with decreasing $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ and age. Based on the $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ raw ratios, the error on the model age calculations is at 7–8 % (1σ) and depends on the age. Palaeozoic ages within single monazite grains and within samples of high grade metamorphic rocks were satisfactorily reproduced. The method allows fast and cost-efficient in-situ dating of large monazite grains in thin sections of leucogranites and high-grade metamorphic metapelites or in grain mounts of heavy mineral separates gained from various rocks.