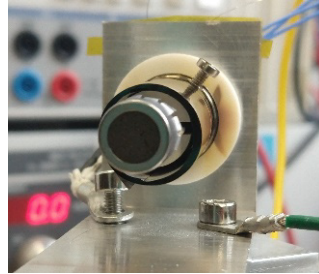


Gesinterte Hohlkathoden aus C12A7 vor (weiß) und nach Aktivierung (schwarz).



C12A7 Emitter im Setup zur Bestimmung der thermionischen Eigenschaften.

Ergebnisse

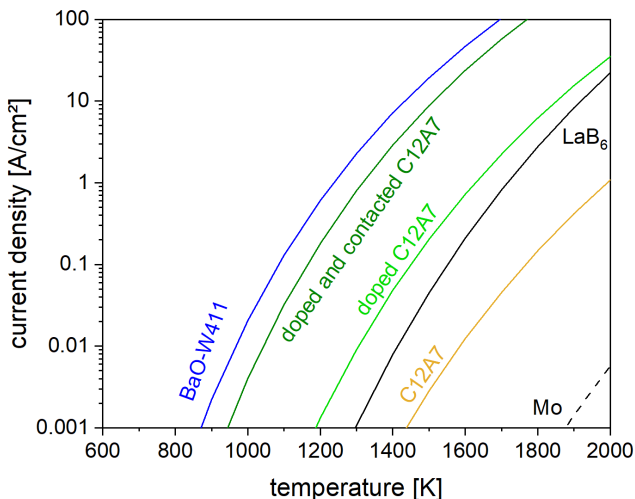
Das oxidkeramische Material C12A7 ($12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$) mit seiner speziellen Käfigstruktur im Kristallgitter lässt sich mit konventionellen keramischen Technologien mit einer Elektronendichte von $\sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ herstellen. Mit seiner Austrittsarbeit von 2,4 eV lassen sich schon ab einer Temperatur von 800 °C im Vakuum nutzbare Stromdichten erreichen.

Im EU-Projekt iFACT (870336) wurde der Werkstoff durch metallische Kontaktierung und Dotierungen im Kristallgitter deutlich verbessert. Dadurch wurden niedrigere Austrittsarbeiten und höhere Stromdichten (250 mA/cm^2 @1221 K / 948 °C) erreicht.

Motivation

Elektronen emittierende Materialien werden als Kathoden z.B. in Ionenantrieben von kleinen Satelliten oder in Elektronenstrahlröhren eingesetzt. Die Emitter sollen bereits bei niedrigeren Temperaturen ($< 1000 \text{ °C}$) hohe Elektronenströme in einem elektrischen Feld erreichen.

Etablierte Werkstoffe wie LaB_6 oder BaO:W haben entweder eine höhere Austrittsarbeit oder degradieren bereits durch minimale Verunreinigungen.



Stromdichte als Funktion der Temperatur für verschiedene Elektronen emittierende Materialien (gelb: Standard C12A7, grün: dotiertes Material, dunkelgrün: dotiertes, kontaktiertes Material).

| Eigenschaft | Standard C12A7 | Dotiertes, kontaktiertes C12A7 |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Schmelzpunkt | 1410 °C | |
| Therm. Ausdehnungskoeff. | $4,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ | |
| Austrittsarbeit | 2,4–2,6 | $< 2,4 \text{ eV}$ |
| Stromdichte @ 1221 K | 0,38 mA/cm^2 | 250 mA/cm^2 |

Leistungsangebot

- Herstellung von C12A7 Elektridkeramiken mit einer Austrittsarbeit von $< 2,4 \text{ eV}$
- Fertigung in verschiedenen Geometrien nach Kundenwunsch im Prototypenmaßstab
- Beschichtung mit C12A7 über Dickschichttechnologie (z. B. Druckverfahren)

Dr. Katja Wätzig

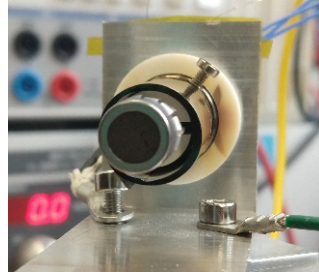
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7877
katja.waetzig@ikts.fraunhofer.de

412-W-23-3-28





Sintered hollow cathodes made of C12A7 before (white) and after (black) activation.



C12A7 emitter in the setup for determining the thermionic properties.

Results

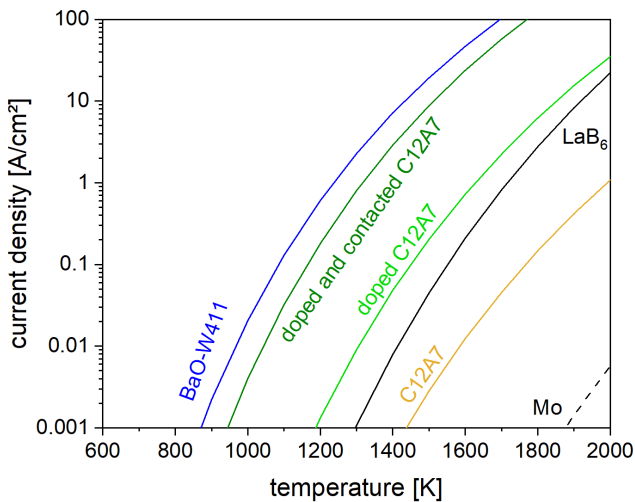
The oxide C12A7 ($12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$) with its special cage structure in the crystal lattice can be prepared with an electron concentration of $\sim 10^{21}$ per cm^3 using conventional ceramic technologies. With a work function of 2.4 eV, appreciable current densities can be reached in a vacuum starting from 800 °C.

In the EU project iFACT (870336), C12A7 was significantly improved in structure through metallic contacting and doping of the crystal lattice. As a result a lowered work function and a higher current density (250 mA/cm^2 @ 1221 K / 948 °C) has been demonstrated.

Motivation

Electron-emitting materials are used as cathodes, e.g. in space propulsion of small satellites or in electron beam tubes. The materials should be able to achieve high electron currents in an electric field at temperatures below 1000 °C.

Established emitter materials such as LaB_6 have a higher work function or, in the case of BaO:W , are susceptible to degradation even due to minimal impurities.



Current density as a function of temperature for different electron emitting materials (yellow: standard C12A7, green: doped C12A7, dark green: doped, contacted C12A7).

| Property | Standard C12A7 | Doped, contacted C12A7 |
|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Melting point | 1410 °C | |
| Coeff. of thermal expansion | $4.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ | |
| Work function | 2.4–2.6 | < 2.4 eV |
| Current density @ 1221 K | 0.38 mA/cm^2 | 250 mA/cm^2 |

Services offered

- Preparation of C12A7:e- electride ceramics with a work function < 2.4 eV
- Prototype production in various designs according to customer specification
- Coating of C12A7 using thick-film technology (e.g. printing process)

Dr. Katja Wätzig

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS
 Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany
 Phone +49 351 2553-7877
 katja.waetzig@ikts.fraunhofer.de

412-W-23-3-28

