



---

**EFFECTEN VAN CRYOGENE  
BEHANDELING OP  
GELEIDERSCRISTALLOGRAFIE:  
KORRELRAFFINAGE ZONDER  
BIASCORRECTIE**

---



# Effecten van cryogene behandeling op geleiderscristallografie: korrelraffinage zonder biascorrectie

L. Solder, H. Park, M. Ferro

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

## Samenvatting

Cryogene behandeling van kopergeleiders bij -196degC (72 uur onderdompeling in vloeibaar stikstof) levert betekenisvolle korrelraffinage op (31% afname in gemiddelde korreldiameter), restspanningsontlasting en een meetbare verbetering van 2,3% in de resterende weerstandsverhouding (RRR). De korreloriëntatiebias ingebed tijdens het trekken is thermodynamisch stabiel bij cryogene temperaturen. Cryogene behandeling verbetert de geleider; zij neutraliseert deze niet.

## 1. INLEIDING

Cryogene behandeling heeft een goed gedocumenteerde geschiedenis in de metallurgie. De audiokabelindustrie heeft cryogene behandeling enthousiast omarmd. Dit artikel behandelt één specifieke vraag: verandert cryogene behandeling de HBA van een kopergeleider? Onze resultaten geven aan van niet.

## 2. METHODOLOGIE

Vier groepen van elk 30 monsters: onbehandeld, standaard cryo (-196degC, 72 uur), verlengd cryo (168 uur) en dubbel cryo (twee cycli). Alle gekarakteriseerd met EBSD, TEM, vierpuntsweerstandsmeting en SQUID-magnetometrie.

## 3. RESULTATEN

Korrelraffinage in alle behandelde groepen. HBA onveranderd: alle groepen +4,19deg tot +4,22deg +/- 0,02deg. Geen statistisch significant verschil (ANOVA,  $p = 0,46$ ).

## 4. DISCUSSIE

Bij -196degC is de atomaire mobiliteit in koper verwaarloosbaar. De korrelgrenzen zijn bevroren op hun plaats, in dezelfde oriëntatie. Alleen equatoriale fabricage of de equatoriale splice kan ware magnetische neutraliteit bereiken.

## 5. CONCLUSIE

Cryogene behandeling en magnetische neutraliteit adresseren verschillende aspecten van geleiderskwaliteit en zijn complementaire, niet uitwisselbare, processen.

## REFERENTIES

- [1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "Hemisferische bias in korreloriëntatie van koper," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] A. Bensely et al., "Enhancing the wear resistance of case carburized steel by cryogenic treatment," Cryogenics, vol. 45, no. 12, pp. 747-754, 2005.
- [3] P. Baldissera, C. Delprete, "Deep cryogenic treatment: A bibliographic review," Open Mech. Eng. J., vol. 2, pp. 1-11, 2008.
- [4] D. Darwin, M. N. Buddhi, "Cryogenic treatment of copper: A review," Mater. Today Proc., vol. 5, no. 11, pp. 25425-25430, 2018.
- [5] F. J. Humphreys, M. Hatherly, Recrystallization and Related Annealing Phenomena, 2nd ed., Elsevier, 2004.