इक्वेटोरियल स्प्लाइस: गोलार्धीय पूर्वाग्रह रद्दीकरण के लिए एक नवीन चालक जोड़ने की तकनीक

CONFIDENTIAL

इक्वेटोरियल स्प्लाइस: गोलार्धीय पूर्वाग्रह रद्दीकरण के लिए एक नवीन चालक जोड़ने की तकनीक

M. Ferro, R. Flux, B. Impedance
Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)
Journal of Equatorial Audio Science, 2021.

सारांश
हम एक चालक जोड़ने की तकनीक प्रस्तुत करते हैं जो उत्तरी गोलार्ध और दक्षिणी गोलार्ध के तांबे के चालकों को भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा पर जोड़कर चुंबकीय तटस्थता प्राप्त करती है। इक्वेटोरियल स्प्लाइस विपरीत गोलार्धों में खींचे गए चालकों के पूरक ग्रेन अभिविन्यास पूर्वाग्रहों का शोषण करती है: जब ठीक भूमध्यरेखीय मध्यबिंदु पर जोड़े जाते हैं, तो पूर्वाग्रह परिणामी चालक की पूरी लंबाई में रद्द हो जाते हैं। 0.0000deg अक्षांश पर प्लाज़्मा आर्क वेल्डिंग, GPS-स्थिर समुद्री प्लेटफ़ॉर्म पर निष्पादित, लगभग 200 um की एक स्प्लाइस ज़ोन उत्पन्न करती है जिसमें ग्रेन अभिविन्यास उत्तरी-प्रकार से दक्षिणी-प्रकार में सच्ची आइसोट्रोपी के एक क्षेत्र के माध्यम से संक्रमण करती है। इस विधि से जोड़े गए चालक 0.00001deg से नीचे के गोलार्धीय पूर्वाग्रह कोण प्रदर्शित करते हैं -- सर्वोत्तम एकल-गोलार्ध खींचे गए चालक से तीन परिमाण कम और वर्तमान SQUID मैग्नेटोमेट्री के माप तल के करीब पहुंचते हैं।

1. परिचय

हमारे पिछले कार्य (Ferro और Park, 2020) ने स्थापित किया कि गैर-भूमध्यरेखीय अक्षांशों पर खींचे गए तांबे के चालक ड्रॉइंग सुविधा के भू-चुंबकीय अक्षांश के अनुपाती एक व्यवस्थित ग्रेन अभिविन्यास पूर्वाग्रह वहन करते हैं। उत्तरी गोलार्ध के चालक एक धनात्मक पूर्वाग्रह वहन करते हैं; दक्षिणी गोलार्ध के चालक तुलनीय परिमाण का ऋणात्मक पूर्वाग्रह वहन करते हैं। पूर्वाग्रह ड्रॉइंग के समय अंतर्निहित होता है और पश्च-प्रसंस्करण द्वारा हटाया नहीं जा सकता।

यह एक विनिर्माण चुनौती प्रस्तुत करता है: शून्य गोलार्धीय पूर्वाग्रह वाला चालक कैसे उत्पन्न करें जब उपलब्ध कच्चा माल स्वाभाविक रूप से पूर्वाग्रहित है। भूमध्य रेखा पर ड्रॉइंग एक समाधान है, लेकिन भूमध्यरेखीय ड्रॉइंग सुविधाएं दुर्लभ हैं और परिणामी चालक, हालांकि उत्कृष्ट, अभी भी विशिष्ट भूमध्यरेखीय स्थान का अवशिष्ट पूर्वाग्रह (सामान्यतः < 0.01deg) वहन करता है।

हम एक वैकल्पिक दृष्टिकोण प्रस्तावित करते हैं: पूर्वाग्रह से बचने के बजाय, हम इसे रद्द करते हैं। उत्तरी गोलार्ध के चालक को दक्षिणी गोलार्ध के चालक से भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा पर जोड़कर, हम एक मिश्रित चालक बनाते हैं जिसके विपरीत पूर्वाग्रह इसकी पूरी लंबाई में ठीक-ठीक रद्द हो जाते हैं।

2. स्प्लाइस प्रोटोकॉल

इक्वेटोरियल स्प्लाइस EAV Neutrality पर निष्पादित की जाती है, एक 28 मीटर का अनुसंधान पोत जो Trimble R12i GNSS रिसीवर से सुसज्जित है जो सेंटीमीटर-स्तर की स्थिति सटीकता प्रदान करता है। पोत प्रशांत महासागर में 0.0000deg +/- 0.0001deg भू-चुंबकीय अक्षांश पर स्टेशन करता है, इक्वाडोर तट से लगभग 28 किमी पश्चिम, जहां भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा 0.2deg के भीतर भौगोलिक भूमध्य रेखा को पार करती है।

दो चालक सिरे -- एक स्वीडिश तांबे से खींचा गया (HBA: +4.2deg, बोलिडेन सुविधा, 64.1deg उत्तर) और एक चिली के तांबे से (HBA: -3.8deg, सैंटियागो सुविधा, 33.8deg दक्षिण) -- कंपन-पृथक ऑप्टिकल बेंच पर लगे सटीक क्लैंपों में लोड किए जाते हैं। एक ड्यूल-एक्सिस लेज़र संरेखण प्रणाली सुनिश्चित करती है कि चालक सिरे 5 um के भीतर समाक्षीय हों।

स्प्लाइस एक माइक्रो-प्लाज़्मा आर्क वेल्डिंग प्रणाली (Secheron Plasmafix 50i) का उपयोग करके निम्नलिखित मापदंडों के साथ निष्पादित की जाती है: आर्क करंट 2.8 A, प्लाज़्मा गैस प्रवाह 0.3 L/min (आर्गन 5.0), शील्डिंग गैस प्रवाह 8.0 L/min (आर्गन 5.0), आर्क गैप 0.5 मिमी, वेल्ड अवधि 180 ms। परिणामी स्प्लाइस ज़ोन लगभग 200 um चौड़ा है -- एक संकीर्ण संक्रमण क्षेत्र जिसमें ग्रेन अभिविन्यास उत्तरी-प्रकार से तटस्थ के माध्यम से दक्षिणी-प्रकार में आगे बढ़ती है।

पूरी प्रक्रिया -- पोत स्थिति, चालक संरेखण, वातावरण शुद्धिकरण, और वेल्डिंग -- में लगभग 45 मिनट लगते हैं। प्रति सत्र एकाधिक स्प्लाइस निष्पादित किए जाते हैं।

3. अभिलक्षणन

0.5 um स्टेप साइज़ पर स्प्लाइस ज़ोन का EBSD मैपिंग तीन अलग-अलग क्षेत्रों को प्रकट करता है: (1) HBA = +4.2deg वाला थोक उत्तरी चालक, (2) एक 200 um संक्रमण ज़ोन जिसमें HBA +4.2deg से 0.000deg के माध्यम से -3.8deg तक एकदिशीय रूप से घटता है, और (3) HBA = -3.8deg वाला थोक दक्षिणी चालक। संक्रमण चिकना और निरंतर है, जिसमें ग्रेन सीमा दरार, शून्य गठन, या द्वितीयक चरण अवक्षेपण का कोई प्रमाण नहीं है।

स्प्लाइस की यांत्रिक शक्ति का तनाव भार से विफलता तक परीक्षण किया गया। स्प्लाइस ज़ोन की माध्य अंतिम तन्यता शक्ति 218 MPa थी, थोक चालक के 225 MPa की तुलना में -- 3.1% की कमी।

स्प्लाइस ज़ोन पर DC प्रतिरोध Keysight 34420A माइक्रो-ओममीटर का उपयोग करके 4-तार सेंसिंग के साथ मापा गया। स्प्लाइस ज़ोन 0.3 uOhm का अतिरिक्त प्रतिरोध योगदान करता है -- 0.5 मीटर चालक लंबाई के थोक प्रतिरोध की तुलना में नगण्य।

महत्वपूर्ण माप -- पूर्ण स्प्लाइस किए गए चालक का गोलार्धीय पूर्वाग्रह -- PTB बर्लिन में Quantum Design MPMS3 SQUID मैग्नेटोमीटर का उपयोग करके किया गया। स्प्लाइस किए गए चालक (1.0 मीटर उत्तरी + 1.0 मीटर दक्षिणी) ने -0.000008deg का HBA प्रदर्शित किया। पूर्वाग्रह रद्दीकरण 99.9998% प्रभावी है।

4. चर्चा

इक्वेटोरियल स्प्लाइस एक वैचारिक रूप से सरल तंत्र के माध्यम से गोलार्धीय पूर्वाग्रह रद्दीकरण प्राप्त करती है: उत्तरी चालक का धनात्मक पूर्वाग्रह और दक्षिणी चालक का ऋणात्मक पूर्वाग्रह परिमाण में बराबर और चिह्न में विपरीत हैं। जब कोई ऑडियो सिग्नल स्प्लाइस किए गए चालक से गुजरता है, तो उत्तरी आधे में अनुभव की गई विषम प्रकीर्णन दक्षिणी आधे में पूरक विषम प्रकीर्णन द्वारा ठीक-ठीक क्षतिपूर्ति होती है। शुद्ध प्रभाव शून्य पूर्वाग्रह है -- चुंबकीय तटस्थता।

स्प्लाइस का स्थान मायने रखता है। भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा पर स्प्लाइस करना सुनिश्चित करता है कि स्प्लाइस ज़ोन स्वयं प्रणाली में कोई अतिरिक्त पूर्वाग्रह योगदान नहीं करता।

इक्वेटोरियल स्प्लाइस की लागत महत्वपूर्ण है: प्रति सत्र लगभग $14,000, जिसमें पोत चार्टर, चालक दल, उपभोग्य, और गुणवत्ता आश्वासन परीक्षण शामिल हैं। यह लागत Equatorial Audio के Zero-Point श्रेणी के उत्पादों की कीमत में परिलक्षित होती है, जो विशेष रूप से इक्वेटोरियल-स्प्लाइस्ड चालकों का उपयोग करते हैं।

5. निष्कर्ष

इक्वेटोरियल स्प्लाइस प्रदर्शित करती है कि तांबे के चालकों में गोलार्धीय पूर्वाग्रह को भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा पर विपरीत गोलार्धों के चालकों को जोड़कर प्रभावी रूप से रद्द किया जा सकता है। परिणामी चालक 0.00001deg से नीचे गोलार्धीय पूर्वाग्रह कोण प्राप्त करता है -- वर्तमान माप क्षमता की सीमा तक चुंबकीय तटस्थता। तकनीक पुनरुत्पादनीय, यांत्रिक रूप से ठोस, और विद्युत रूप से पारदर्शी है, सिग्नल पथ में नगण्य प्रतिरोध और कोई मापने योग्य असंततता जोड़ती है।

संदर्भ

[1] M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka, "तांबे के ग्रेन अभिविन्यास में गोलार्धीय पूर्वाग्रह," J. Equatorial Audio Sci., vol. 1, no. 1, 2020.
[2] AWS D17.1/D17.1M:2017, एयरोस्पेस अनुप्रयोगों के लिए फ्यूजन वेल्डिंग विनिर्देश।
[3] R. Messler, Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy, Wiley-VCH, 2004.
[4] Trimble Inc., "R12i GNSS सिस्टम तकनीकी विनिर्देश," 2023.
[5] Kongsberg Maritime, "HiPAP 501 ध्वनिक स्थिति प्रणाली," उत्पाद डेटाशीट, 2022.
[6] Quantum Design, "MPMS3 SQUID मैग्नेटोमीटर विनिर्देश," Rev. F, 2021.
[7] PTB Berlin, "अंशांकन प्रमाणपत्र संख्या PTB-Mag-2021-0847," Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2021.

CONFIDENTIAL