NORME INTERNATIONALE

ISO 17279-2

Première édition
2018-10

Soudage — Micro-assemblage des supraconducteurs à haute température de deuxième génération —

Partie 2: Qualification du personnel en soudage et d'essai

Welding — Micro joining of 2nd generation high temperature superconductors —

Part 2: Qualification for welding and testing personnel

Numéro de référence
ISO 17279-2:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**

Introduction ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Terms and definitions **1**

4 Symboles et termes abrégés **1**

5 Qualification du personnel réalisant le micro-assemblage et le recuit d'oxygénation **1**
5.1 Généralités 1
5.2 Variables essentielles et domaine de validité 2
5.3 Méthodes de qualification 3
5.3.1 Qualification sur la base d'une éprouvette d'essai d'assemblage normalisée 3
5.3.2 Qualification par essais des assemblages d'essai 3
5.4 Contre-essais 4
5.5 Examen de qualification et rapport d'examen 4
5.6 Durée de validité 4
5.6.1 Qualification initiale 4
5.6.2 Confirmation de la validité 5
5.6.3 Prolongation de qualification 5

6 Qualification du personnel réalisant les essais des assemblages d'essai **5**
6.1 Généralités 5
6.2 Variables essentielles et domaine de validité 5
6.3 Méthodes de qualification 6
6.4 Re-qualification 6
6.5 Examen de qualification et rapport d'examen 6
6.6 Durée de validité 7
6.6.1 Qualification initiale 7
6.6.2 Confirmation de la validité 7
6.6.3 Prolongation de qualification 7

7 Vérification par tierce partie **7**

Annexe A (normative) **Connaissances fonctionnelles des appareils de micro-assemblage et de recuit d'oxygénation** **8**

Annexe B (normative) **Connaissance de la technologie de micro-assemblage et de recuit d'oxygénation** **9**

Annexe C (informative) **Rapport d'examen de l'opérateur soudeur** **11**

Annexe D (informative) **Rapport d'essai** **13**

Annexe E (informative) **Liste de contrôles pour la qualification du personnel chargé du micro-assemblage et du recuit d'oxygénation** **15**

Bibliographie **18**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 10, *Gestion de la qualité dans le domaine du soudage*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 17279 se trouve sur le site Web de l'ISO.

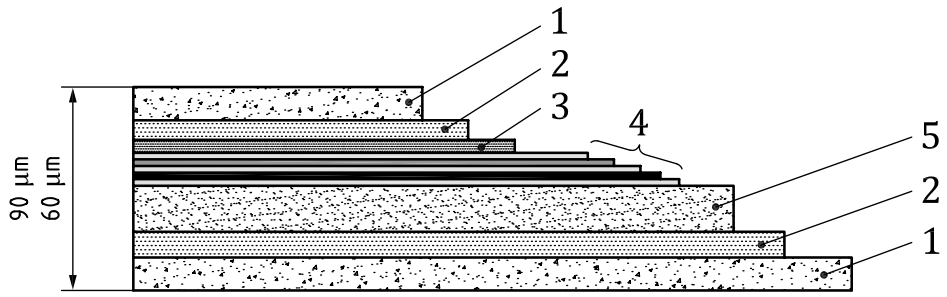
© ISO 2018 – Tous droits réservés

Introduction

L'utilisation croissante de supraconducteurs à haute température critique de deuxième génération (2G HTS) et l'invention d'assemblages sans résistance sur les 2G HTS ont créé le besoin du présent document afin de garantir que l'assemblage est réalisé de la manière la plus efficace possible et que tous les aspects de l'opération sont correctement contrôlés. Les normes ISO relatives aux modes opératoires de micro-assemblage et d'évaluation des assemblages sont par conséquent essentielles pour obtenir un assemblage 2G HTS de qualité excellente et uniforme.

Le supraconducteur est un matériau qui conduit l'électricité sans résistance et qui se caractérise par un diamagnétisme en dessous de la température critique (T_c), du champ magnétique critique (B_c) et de la densité de courant critique (J_c). Une fois déclenché, le courant électrique circule à l'infini en boucle fermée dans le matériau supraconducteur en phase diamagnétique.

Le 2G HTS est constitué de plusieurs couches dont l'épaisseur totale se situe entre 60 µm et 100 µm avec ou sans stabilisant en cuivre enveloppant et la couche supraconductrice, en $ReBa_2Cu_3O_{7-x}$, (ReBCO, terme abrégé de $ReBa_2Cu_3O_{7-x}$) ne fait qu'entre 1 µm et 2 µm d'épaisseur selon les spécifications du fabricant. Re désigne les matériaux terrestres rares dont le gadolinium, l'yttrium et le samarium qui sont utilisés pour les matériaux supraconducteurs à haute température de deuxième génération. La Figure 1 montre un schéma des multiples couches avec stabilisant en cuivre enveloppe typiquement présentes dans un 2G HTS, ainsi que les constituants et l'épaisseur de chaque couche. Les deux couches de la légende 1 de la Figure 1 n'existent pas dans le HTS 2G sans stabilisant.



Légende

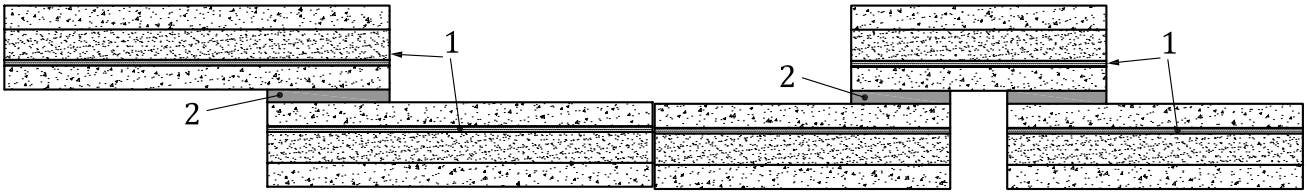
1 stabilisant en cuivre (Cu) de 20 µm
2 couche protectrice en argent (Ag) de 2 µm
3 couche supraconductrice ReBCO entre 1 µm et 2 µm
4 5 couches tampon (total 160 nm)
5 substrat en Hastelloy de 50 µm

NOTE Schéma non à l'échelle

Figure 1 — Multiples couches typiques d'un 2G HTS, constituants et épaisseur de chaque couche

Pour l'heure, l'industrie des supraconducteurs recourt aux techniques de brasage fort ou tendre, ainsi qu'à tout procédé d'apport de métal comme l'indique la Figure 2, qui montre la haute résistance électrique au niveau de l'assemblage, source de défaillance fatale dans le supraconducteur.

© ISO 2018 – Tous droits réservés



a) Assemblage à recouvrement **b) Assemblage en pont**

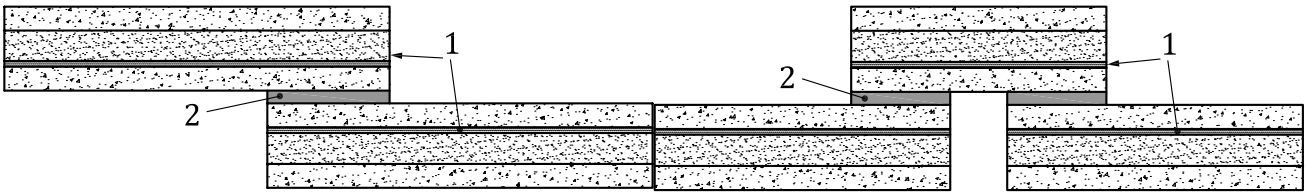
Key

1 Couche supraconductrice

2 produit d'apport de brasage tendre

Figure 2 — Brasage d'assemblage d'un 2G HTS

Néanmoins, le présent document s'intéresse plus particulièrement à l'assemblage autogène direct des couches supraconductrices de 1 µm à 2 µm d'épaisseur des 2G HTS, comme l'indique la Figure 3, sans métal d'apport et avec récupération des propriétés supraconductrices par procédé de recuit d'oxygénation, qui montre quasiment aucune résistance électrique au niveau de l'assemblage.



a) Assemblage à recouvrement **b) Assemblage en pont**

Légende

1 couche supraconductrice

Figure 3 — Assemblage autogène direct de deux couches supraconductrices d'épaisseur des 2G HTS pour l'assemblage supraconducteur

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

Soudage — Micro-assemblage des supraconducteurs à haute température de deuxième génération —

Partie 2:
Qualification du personnel en soudage et d'essai

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de qualification pour le personnel réalisant le micro-assemblage et le recuit d'oxigénation, et les essais des supraconducteurs à haute température de deuxième génération (2G HTS).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 15607:2003, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales*

ISO 17279-1, *Soudage — Micro-assemblages des supraconducteurs à haute température de deuxième génération — Partie 1: Exigences générales pour la procédure*

3 Terms and definitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 17279-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

4 Symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les abréviations répertoriées dans l'ISO 15607:2003, Tableau 1, pertinentes pour la procédure d'assemblage du 2G HTS doivent s'appliquer.

5 Qualification du personnel réalisant le micro-assemblage et le recuit d'oxygénation

5.1 Généralités

Le fabricant doit avoir à sa disposition du personnel suffisamment formé aux opérations de micro-assemblage de 2G HTS conformément aux exigences spécifiées. Le fabricant est responsable de l'élaboration du programme de formation, des pratiques écrites, des examens et des démonstrations pratiques destinés au personnel qui réalise le micro-assemblage conformément au présent document.

© ISO 2018 – Tous droits réservés