



Norme
internationale

ISO 14880-3

**Optique et photonique — Réseaux
de microlentilles —**

Partie 3:
**Méthodes d'essai pour les
propriétés optiques autres que les
aberrations du front d'onde**

Optics and photonics — Microlens arrays —

*Part 3: Test methods for optical properties other than wavefront
aberrations*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/eb277083-a121-4149-901c-e139da5ae2e8/iso-14880-3-2024>

Deuxième édition
2024-11

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 14880-3:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/eb277083-a121-4149-901c-e139da5ae2e8/iso-14880-3-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/eb277083-a121-4149-901c-e139da5ae2e8/iso-14880-3-2024>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2024

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
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 Termes et définitions	1
4 Essai du substrat	1
5 Méthode d'essai au microscope	1
5.1 Principe	1
5.2 Disposition pour le mesurage et matériel d'essai	2
5.2.1 Généralités	2
5.2.2 Système d'essai	3
6 Mode opératoire	4
6.1 Généralités	4
6.2 Mesurage de la longueur focale arrière ou frontale effective	4
6.3 Mesurage de l'aberration chromatique	4
6.4 Mesurage de l'uniformité des positions du foyer	5
7 Résultats et incertitudes	5
8 Rendement de couplage, qualité d'imagerie	6
9 Rapport d'essai	6
Annexe A (informative) Mesurages avec des systèmes de mesure du front d'onde	8
Annexe B (informative) Mesurage confocal de la longueur focale arrière ou frontale effective d'un réseau de lentilles	10
Annexe C (informative) Rendement de couplage, qualité d'imagerie	12
Annexe D (informative) Mesurage de l'uniformité des positions de foyer d'un réseau de microlentilles	13
Bibliographie	14

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 172 *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Lasers et systèmes électro-optiques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 123, *Lasers et photonique*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14880-3:2006) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- l'introduction a été révisée;
- les références et la numérotation ont été mises à jour.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14880 se trouve sur le site web de l'ISO.

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/members.html.

Introduction

Le présent document spécifie les méthodes d'essai des propriétés optiques, autres que les aberrations du front d'onde, des réseaux de microlentilles. Parmi les exemples d'applications des réseaux de microlentilles figurent les affichages tridimensionnels, l'optique de couplage associée aux sources lumineuses et aux photo-détecteurs, l'optique améliorée pour les affichages à cristaux liquides et les éléments optiques des processeurs parallèles^{[12][13][15][16]}.

Les essais sur les microlentilles sont en principe similaires à ceux sur n'importe quelle autre lentille. Les paramètres à mesurer et des techniques utilisées sont similaires. Cependant, dans de nombreux cas, le mesurage de très petites lentilles pose des problèmes pratiques qui rendent difficile l'utilisation du matériel standard disponible pour réaliser des essais sur des lentilles de taille normale^{[15][16]}.

Le marché des réseaux de microlentilles a créé un besoin d'accord sur la terminologie de base et sur les méthodes d'essai. Une terminologie normalisée et des définitions claires sont nécessaires non seulement pour promouvoir les applications mais également pour encourager les scientifiques et les ingénieurs à échanger des idées et de nouveaux concepts basés sur une compréhension commune.

Le présent document contribue à l'objectif de la série de normes ISO 14880 qui est d'améliorer la compatibilité et l'interchangeabilité des réseaux de lentilles provenant de différents fournisseurs et de renforcer le développement de la technologie utilisant des réseaux de microlentilles.

Les paramètres caractéristiques sont définis et des exemples d'applications sont donnés dans l'ISO 14880-1. Il a été complété par un jeu de trois Normes internationales, c'est-à-dire l'ISO 14880-2, l'ISO 14880-3 et l'ISO 14880-4.

Ce document décrit la mesure de 1) la longueur focale, 2) l'efficacité du couplage, 3) la qualité de l'image et 4) la position des foyers focaux.

La longueur focale de la microlentille est définie plus précisément dans le document 14880-1 comme étant la longueur focale arrière (frontale) effective.

Le mesurage de la longueur focale arrière (frontale) effective est décrite dans le corps la présente partie de l'ISO 14880 et l'utilisation d'une technique alternative, l'interférométrie, est décrite à l'[Annexe A](#).

Le mesurage de la longueur focale d'un réseau de microlentilles, utilisant une technique confocale, est décrite dans le corps principal et à l'[Annexe B](#).

Le rendement de couplage et la qualité d'imagerie sont examinés à l'[Annexe C](#).

Le mesurage des positions du foyer des réseaux de microlentilles en parallèle, à l'aide de la technique Shack-Hartmann est décrite à l'[Annexe D](#).

Les caractéristiques autres que les aberrations du front d'onde sont spécifiées dans l'ISO 14880-2, dans l'ISO 14880-4 et dans l'ISO/TR 14880-5.

Optique et photonique — Réseaux de microlentilles —

Partie 3:

Méthodes d'essai pour les propriétés optiques autres que les aberrations du front d'onde

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes d'essai des propriétés optiques, autres que les aberrations du front d'onde^[1] des microlentilles dans les réseaux de microlentilles. Il s'applique aux réseaux de microlentilles avec de très petites lentilles qui composent une ou plusieurs surfaces d'un substrat commun et aux microlentilles à gradient d'indice.

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 14880-1, *Optique et photonique — Réseaux de microlentilles — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 10110-5, *Optique et photonique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 5: Tolérances de forme de surface*

3 Termes et définitions

ISO 14880-3:2024

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/eb277083-a121-4149-901c-e139da5ae2e8/iso-14880-3-2024>

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14880-1 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 <https://www.electropedia.org/>

4 Essai du substrat

La qualité optique du substrat contribue à la qualité des positions focales définies par les microlentilles et doit être quantifiée conformément à l'ISO 10110-5.

5 Méthode d'essai au microscope

5.1 Principe

Le principe de base consiste à localiser, par des moyens optiques, la surface de la microlentille soumise à essai. La longueur focale arrière (frontale) effective est déterminée en mesurant le déplacement axial nécessaire pour localiser la position focale.

5.2 Disposition pour le mesurage et matériel d'essai

5.2.1 Généralités

Les essais sur les microlentilles sont en principe identiques aux essais sur des lentilles plus grandes. Dans de nombreux cas cependant, le mesurage de très petites lentilles pose des problèmes pratiques rendant difficile l'utilisation du matériel standard. En général, deux techniques optiques peuvent être utilisées. L'une repose sur la microscopie, l'autre sur l'interférométrie^[2].

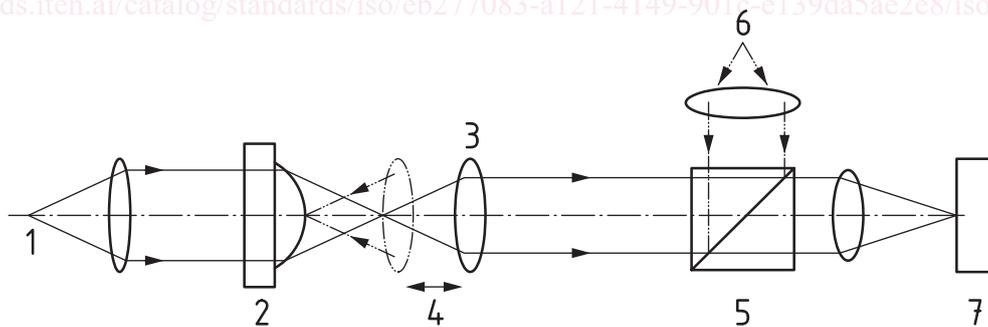
La première technique a recours à un microscope pour localiser, par focalisation, le vertex de la microlentille. La longueur focale arrière (frontale) effective est déduite en mesurant le déplacement nécessaire pour régler de nouveau le microscope sur l'image d'une source éloignée, comme illustré à la [Figure 1](#).

Un dispositif de focalisation situé dans le microscope, tel qu'un réticule de focalisation à diviseur de champ, permet de localiser plus aisément le vertex sans marques caractéristiques d'une microlentille lorsqu'elle est observée avec une lumière réfléchie. Pour le mesurage de la longueur focale, la source ponctuelle éloignée peut être l'extrémité émettrice d'une fibre optique ou un réticule d'essai lumineux. Les essais peuvent être réalisés avec de la lumière blanche ou un éclairage monochromatique.

La deuxième technique a recours à l'interférométrie pour générer des motifs indiquant l'emplacement de la surface d'essai ou le centre de la courbure. L'essai de localisation peut être réalisé au moyen de l'un des dispositifs suivants:

- interféromètre de Fizeau,
- interféromètre de Twyman-Green,
- interféromètre à décalage latéral, ou
- dispositif de Shack-Hartmann.

Une description plus complète de ces dispositifs est disponible dans l'ISO 14880-2 et dans l'ISO/TR 14999-1^[1] ^[2]. L'interférométrie présente l'avantage, pour les lentilles présentant une aberration importante, de pouvoir déduire aisément la variation de la longueur focale avec le rayon d'ouverture à partir des motifs d'interférence. En revanche, les essais de ce type sont limités à la longueur d'onde de la source lumineuse de l'interféromètre.



Légende

- 1 source ponctuelle éloignée
- 2 substrat et microlentilles produisant le point focalisé
- 3 objectif du microscope
- 4 réglage axial du microscope pour localiser la surface de la lentille et le foyer
- 5 séparateur de faisceau
- 6 source pour localisation du foyer sur la surface de la lentille
- 7 réseau d'imagerie

Figure 1 — Source collimatée et microscope utilisés pour mesurer la longueur focale arrière ou frontale effective d'une microlentille

Les [Articles 5 à 9](#) se concentrent sur la technique du microscope, tandis qu'une technique de l'interférométrie est décrite dans l'[Annexe A](#) et celle de Shack-Hartmann dans l'[Annexe D](#).

Le mesurage confocal de la longueur focale arrière ou frontale effective d'un réseau de lentilles est décrit dans l'[Annexe B](#).

5.2.2 Système d'essai

5.2.2.1 Généralités

Le système d'essai est constitué d'un microscope équipé de capteurs de déplacement, d'une source lumineuse appropriée, d'un objet d'essai, d'une caméra vidéo pour microscope, d'un moniteur et d'un analyseur d'image (balayage d'intensité de ligne).

5.2.2.2 Microscope

Un microscope équipé d'un dispositif de focalisation, tel qu'un télémètre à champ coupé, est requis afin de pouvoir régler le foyer sur une surface sans caractéristiques marquées, telle que le vertex de la surface d'une microlentille. La conception mécanique doit permettre de positionner le point éloigné de la source ou le réticule d'essai en dessous de la platine portant la lentille soumise à essai. Dans l'idéal, il convient que la lentille d'essai ne soit soutenue par aucun composant optique supplémentaire tel qu'une plaque en verre placée entre la lentille et la source ponctuelle éloignée ou le réticule d'essai. Le déplacement de la surface d'essai par rapport à l'objectif du microscope est mesuré au moyen d'un capteur de déplacement étalonné.

L'ouverture numérique (NA) de l'objectif du microscope doit être supérieure à l'ouverture numérique de la lentille d'essai au niveau du point focal.

5.2.2.3 Source lumineuse

Une source lumineuse émettant des rayonnements dans la bande des longueurs d'onde ou à une longueur d'onde spécifique requise pour l'essai doit être utilisée. Les propriétés de la source lumineuse doivent être décrites dans le rapport des résultats d'essai.

La lumière blanche peut provenir d'une lampe quartz-halogène associée à un diaphragme approprié. Il est possible d'utiliser un filtrage à bande étroite lorsque la gamme de longueurs d'onde requise est limitée. Un laser ou LED peut être utilisé pour générer un éclairage monochromatique et des intensités supérieures.

5.2.2.4 Objets d'essai (graticule d'essai)

La source ponctuelle éloignée peut être approchée en utilisant l'extrémité d'une fibre optique. La source ponctuelle éloignée doit être placée sur le même axe que la lentille et à une distance suffisamment grande pour pouvoir déterminer la longueur focale.

L'objet d'essai peut également être un graticule. Cette variante permet d'étudier les propriétés optiques à des fréquences spatiales et des angles de champ spécifiques.

La détection du point focal peut être sensible au sous-échantillonnage par le réseau de détecteurs.

La source ponctuelle éloignée ou le graticule d'essai utilisé doit être décrit dans la documentation du rapport d'essai.

5.2.2.5 Affichage de l'image

Si l'image générée par le microscope est retransmise par une caméra sur un écran vidéo, il est possible d'utiliser un affichage d'intensité électronique pour localiser plus aisément la meilleure position de foyer. L'intensité de l'image au niveau du détecteur doit être réglée pour que la réponse provenant du système de détection reste linéaire.

5.2.2.6 Surfaces étalons

Une microlentille présentant une longueur focale connue à une longueur d'onde définie doit être utilisée comme artefact d'étalonnage pour vérifier les performances du système de mesure.

Un artefact étagé, par exemple deux fines plaques de verre collées ensemble pour fournir un palier de hauteur connue, doit être utilisé pour vérifier les performances du système de mesure du déplacement.

5.2.2.7 Préparation

Pour obtenir des résultats cohérents, le matériel d'essai doit être maintenu dans un environnement à température contrôlée, de préférence à 20 °C et ne pas être exposé aux vibrations.

Les surfaces optiques soumises à essai doivent être propres. Les côtés opposés à la couche peuvent être nettoyés en toute sécurité avec de l'alcool et de la ouate. Il convient de tremper la ouate dans une très petite quantité de solvant puis de la mettre en contact avec la surface et d'essuyer une seule fois la surface optique. La ouate est ensuite mise au rebut. Les risques de rayer la surface sont ainsi minimisés. La poussière peut être enlevée à l'aide d'une brosse en poils de chameau ou d'air comprimé filtré.

Il convient de traiter les surfaces optiques revêtues, telles que les surfaces antiréfléchissantes avec beaucoup de soin et de ne pas les nettoyer, sauf en cas de nécessité absolue. La poussière peut être enlevée au moyen d'air comprimé filtré.

Il convient de se renseigner sur l'utilisation adéquate des solvants et des produits de nettoyage.

6 Mode opératoire

6.1 Généralités

Nettoyer la surface de la lentille et le substrat soumis à essai.

6.2 Mesurage de la longueur focale arrière ou frontale effective

Les modes opératoires d'étalonnage des instruments étalons doivent être exécutés régulièrement et l'incertitude d'étalonnage estimée^{[4][9][10]}.

Vérifier la performance de l'installation d'essai en mesurant, comme décrit ci-après, la longueur focale arrière (frontale) effective de la surface sphérique étalon et en comparant le résultat obtenu avec la valeur connue.

Le microscope est focalisé sur la surface de la microlentille puis déplacé pour converger sur l'image d'un réticule ou d'une source ponctuelle placée à l'infini. La meilleure position du foyer pour cette image peut être localisée au moyen d'une caméra et d'un écran avec balayage horizontal pour déterminer la position de déplacement à laquelle l'intensité de crête dans l'image est la plus grande. La résolution spatiale du système de caméra doit être suffisante pour analyser l'image. Le capteur de déplacement mesure le déplacement axial.

6.3 Mesurage de l'aberration chromatique

En général, les microlentilles sont relativement simples de conception et ne sont pas corrigées pour l'aberration chromatique. La longueur focale variera en fonction de la longueur d'onde de l'éclairement^[11].

Avec des lentilles classiques, un rayon est dévié par réfraction au niveau de l'interface entre deux milieux optiques présentant des indices de réfraction considérablement différents. L'amplitude de la longueur focale paraxiale pour une surface sphérique unique de rayon, R , est obtenue à partir de la [Formule \(1\)](#):

$$f = R / [n_1(\lambda) - n_2(\lambda)] \quad (1)$$

où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des deux milieux avant et après l'interface à une longueur d'onde λ . L'aberration chromatique de la lentille est déterminée à l'aide des caractéristiques de dispersion des deux milieux, $n_1(\lambda)$ et $n_2(\lambda)$.