

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
計量標準総合センター 標準物質認証書

認証標準物質

NMIJ CRM 5604-a
No. +++低エネルギーひ素イオン注入けい素（レベル： 6×10^{14} atoms/cm²）Low Energy Arsenic Implanted Silicon (Level: 6×10^{14} atoms/cm²)

本標準物質は、ISO 17034 及び ISO/IEC 17025 の要求事項に適合するマネジメントシステムに基づき生産された低エネルギーひ素イオン注入けい素であり、二次イオン質量分析法（SIMS）及びラザフォード後方散乱分析法による表面から 10 nm 程度の平均注入深さを持つひ素元素注入量測定の精度管理、測定方法および測定結果の妥当性確認に用いることができる。

【認証値】

本標準物質はけい素基板にひ素をイオン注入したものであり、認証値は注入面の単位面積当たりのひ素質量で以下の通りである。認証値の不確かさは、合成標準不確かさと包含係数 $k=2$ から決定された拡張不確かさであり、約 95 % の信頼の水準をもつと推定される区間の半分の幅を表す。

元素	認証値 面密度(ng/cm ²)	拡張不確かさ 面密度(ng/cm ²)
As	78.6	2.1

【認証値の決定方法】

本標準物質の認証値は、黒鉛炉原子吸光分析法（GFAAS）及び機器中性子放射化分析法（INAA）を用いて得られたひ素質量の測定値から、光学的画像測定によって求めたイオン注入面の面積を用いて、注入面の単位面積当たりのひ素質量を算出して決定したものである。

【計量計測トレーサビリティ】

本標準物質のひ素質量は、JCSS ひ素標準液および NIST SRM 3103a Arsenic Standard Solution を基準として、また、注入面の面積は、長さ用 633 nm 実用波長安定化 He-Ne レーザ装置を用いて JCSS 校正された基準スケールにトレーサブルな方法で決定しており、認証値は国際単位系（SI）にトレーサブルである。

【有効期間】

本標準物質が下記の【保存に関する注意事項】の条件で保存された場合、本認証書は出荷日から 1 年間有効である。

【形状等】

本標準物質は、15 mm 角、厚さ 0.8 mm の薄片 1 枚がウエハトレイに入れられプラスチックケースに梱包されている。

【均質性】

ひ素イオンを注入した 300 mm 径の単結晶けい素 [Si(100)] 基板から切り出された試料 164 個片からランダムに 8 個片を取り出し、INAA と面積測定で単位面積当たりのひ素質量の定量を行った後、測定値について分散分析から均質性に起因する不確かさを求めた。求めた不確かさは認証値の不確かさに含まれており、本標準物質は認証値の不確かさの範囲内で均質である。

【保存に関する注意事項】

直射日光のあたらない室内で、5 °C から 40 °C の清浄な環境で保存する。デシケータ内などにて乾燥空気もしくは窒素雰囲気中で保存することを推奨する。

【使用に関する注意事項】

- 1) ひ素は本標準物質の片面に注入されているが、両面ともに研磨されていて注入されている面とされていない面の区別が目視では困難であるため、注意が必要である。以下、本標準物質の収納および注入面に関する情報を記す。
 - ・本標準物質はプラスチックケース内の1インチ用ウェハトレイ中に収納されている。
 - ・ウェハトレイの蓋をあけると、上から標準物質を押さえるスプリング、標準物質の順に格納されている。
 - ・ひ素が注入されている面は、ウェハトレイ下面（スプリングと接している面と反対面）である。
- 2) イオン注入されたひ素が溶出する可能性があるため、洗浄等で表面の自然酸化膜を取り除かないこと。
- 3) 本標準物質の認証値は、試料全体を代表する値である。使用する装置の測定領域が試料と比較して小さい場合、複数の位置を測定し、その平均値を使用すること。

【取り扱いにおける注意事項】

安全データシート（SDS）を参考にして取り扱うこと。

【製造等】

本標準物質は、300 mm 径の単結晶けい素 [Si(100)] 基板に、半導体デバイス製造に用いられるイオン注入装置を用いて ^{75}As イオンを 10 keV のエネルギーで注入後、15 mm 角に切断したものである。ひ素イオン注入は株式会社 SEN にて、切断および梱包は NTT アドバンステクノロジー株式会社に依頼して作業を行った。

【参考情報】

- 1) 認証値で示される注入面の単位面積当たりのひ素量は、 6.32×10^{14} atoms/cm² に相当する。換算には、ひ素原子量として 74.9216 g/mol、アボガドロ定数として 6.022×10^{23} /mol を用いた。
- 2) 図 1 に、SIMS によるひ素元素濃度の深さ分布測定例を示す。図 1 の測定では、一次イオンとして、注入面の法線方向に対して 60° の方向から加速エネルギー 1 keV の Cs⁺ を入射し、 $^{75}\text{As}^{28}\text{Si}^-$ 二次イオンを四重極型質量分析器で検出した。図 1 の横軸は、一次イオンのスパッタで生じた段差を段差計で測定し、これに基づいてスパッタリング時間を深さに変換したものである。また、縦軸は、 $^{75}\text{As}^{28}\text{Si}^-$ と $^{28}\text{Si}^{30}\text{Si}^-$ 二次イオン強度から求めた相対感度係数および上記参考情報 1) を用いて $^{75}\text{As}^{28}\text{Si}^-$ 強度をひ素濃度に変換したものである。

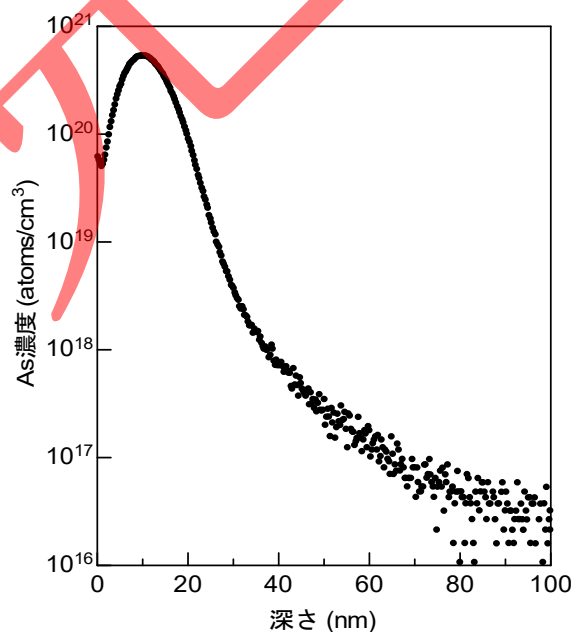


図 1 SIMS によるひ素元素の深さ分布測定例

【生産担当者】

本標準物質の生産に関する技術管理者は小林慶規、生産責任者は高塚登志子、値付け担当者は平田浩一、高塚登志子、成川知弘である。

【情報の入手】

本標準物質に関して認証値の変更等、重要な改訂があった場合、下記ホームページから「標準物質ユーザー登録」を行った購入者に通知する。なお、本標準物質に関する技術情報は、下記連絡先より入手できる。

【認証書の複製について】

本認証書を複製する場合は、複製であることが明瞭にわかるようにしなければならない。

【付記】

本標準物質の INAA によるひ素の分析は、独立行政法人日本原子力研究開発機構施設供用利用制度を利用し、実施された。

2020年4月1日

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
理事長 石村 和彦

本標準物質に関する質問等は以下にご連絡ください。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター
計量標準普及センター 標準物質認証管理室
〒305-8563 茨城県つくば市梅園 1-1-1

電話：029-861-4059、ファックス：029-861-4009、ホームページ：<https://unit.aist.go.jp/qualmanmet/refmate/>

改訂履歴

2015.04.01 組織名称等の変更に伴い、関連する記載内容を変更した。

2020.01.14 【有効期限】を【有効期間】とし、有効期間を出荷日から1年間に変更した。