

SEMI M63-0306

ガイドライン：高分解能の X 線回折法によって GaAs 基板上の AlGaAs 内の Al 成分を測定するための試験方法

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項： この SEMI スタンダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンダード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております（「すべきである」「しなければならない」について等）。

本ガイドラインは、Compound Semiconductor Materials Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2005 年 11 月 29 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2006 年 1 月に www.semi.org で。

1 目的

1.1 本試験方法の目的は、実験的方法について記述し、分析について説明することによって、GaAs 基板上の AlGaAs エピ層内の Al 成分を測定する手段として高分解能 X 線回折法の使用方法について記述することである。

2 範囲

2.1 本試験方法は、<001>配向の GaAs 基板上の歪みが緩和されていないアンドープの AlGaAs エピ層の成分測定に対応するものである。

2.2 測定原理は、標準化された測定方法に対して示す。

2.3 歴史的理があるいはそのユーザに適切なローカルな値（例えば、GaAs 格子パラメータの値）によって、すでに広く使用されている分析のための異なるパラメータがある。そのような事情により、分析例は示すが、標準化された単一の分析は避ける。

2.4 標準化された測定方法および標準化された結果報告のためのガイドによって、適切な装置を使用し、異なる場所で測定値を再現できなければならない。

注意： このスタンダードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事項を決定し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 本試験方法は、(001)以外の結晶面で切断された基板には適用しない。

3.2 基板の配向ずれは、(001)の結晶面に対して 15 度以下でなければならない。

3.3 ピーク分離から直接計算して Al 成分を決定するには、層の厚さは、300 nm 超でなければならない。

3.4 エピ層の厚さは高分解能の回折データから得ることができるが、そのような分析は本試験方法では記載しない。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 なし。

5 用語

5.1 最新の用語やそれらの定義のリストについては、SEMI の用語集(COT)を参照すること。

5.2 略語および頭字語

5.2.1 *FWHM* (*full width at half maximum (maximum = peak of the curve)*) — 半値幅 (最大=曲線のピーク)

5.2.2 *HRXRD* (*high resolution X-ray diffraction*) — 高分解能 X 線回折法

5.3 定義

5.3.1 2 シータ(*2Theta (2θ)*) — 入射ビーム方向に対する検出器の角度を変更する軸。

5.3.2 オメガ2 シータ(*ω-2θ*) — 検出器の角度(*2θ*)がサンプル軸(*ω*)の 2 倍のレートでスキャンされるスキャン軸。

5.3.3 角度の秒(*arc second*) — 角度 1 度は、3600 秒である。

5.3.4 ブラッグ角(*Bragg angle*) — 次の Bragg の法則から定義される、結晶面の集合に対する X 線の回折角度。

$$\lambda = 2d\sin\theta$$

ここで、 λ は X 線の波長、 d は隣接する結晶格子面間の間隔、 θ は回折が発生する場合のそれらの面と X 線ビームの間の角度。

5.3.5 カイ(*Chi*) — サンプル面内および回折面内の、ある軸について、サンプルを傾ける軸。

5.3.6 オメガ(*omega (ω)*) — 入射ビーム方向とサンプル面の間の角度を変更する軸。

5.3.7 ファイ(*phi*) — 面の法線について、サンプルを回転させる軸。

5.3.8 ポアソン比(*Poisson ratio, ν*) — 直交する方向に材料を圧縮したり伸張した場合に、材料が 1 つの方向にどの程度、伸長または収縮するかを表す弾性パラメータ。組成に依存する。

5.3.9 ロッキングカーブ(*rocking curve*) — 入射ビームとサンプルの回折面の間の角度を、回折ピークを通して変化させながら測定される回折強度をスキャンした曲線。HRXRD 測定では、ピークの角度幅はわずか数秒であることもある。

5.3.10 散乱面(*scattering plane*) — 入射 X 線ビームおよび回折 X 線ビームを含む面。

5.3.11 ベガードの法則(*Vegard's Law*) — この法則は、3 元合金 $A_xB_{1-x}C$ エピ層の格子パラメータは、2 成分の 2 元合金 AB および AC の格子パラメータ間において、つまり $0 \leq x \leq 1$ の範囲の配合 x に対して線形に変化するというを表している。

6 方法の概要

- 計測器のアライメント
- サンプルのアライメント
- サンプルの最適化
- 測定
- 分析

7 装置

7.1 高分解能 X 線回折計

7.1.1 入射ビームの発散は、平面波に対する GaAs 基板の本質的な FWHM と同等でなければならない。Cu による放射および<001>配向のサンプルからの 004 反射については、これは角度で最大 12 秒程度でなければならない。真の二振動子システムのビームの発散はこれより大きい、Cu による放射で 12 秒未満のサンプルの本質的な FWHM を測定する。

7.1.2 応力がない状態でサンプルを取り付ける手段がなければならない。真空引きによる方法は使用してはならない。

8 安全措置

8.1 X 線は電離放射線であり、そのために健康に害がある。国および地域の規制と規則を守り、正しい作業方法に従わなければならない。

9 テスト試料

9.1 サンプルは、GaAs 基板上的 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ のエピ層、特に、<001>配向の GaAs 基板上的歪みが緩和されていない、アンドープの AlGaAs エピ層である。

10 装置の準備

10.1 回折計は、サンプル軸の回転中心の 1 mm 以内でビーム入射に対してアライメントしなければならない。

10.2 サンプル軸、オメガ(ω)は、2 秒未満の角度ステップの能力を有していなければならない。

10.3 2シータ軸は、検出器を回折のブラッグ角の 2 倍のところに設置できて、回折ビームをスキャンの範囲全体にわたり収集できるという条件を満たせば、可動である必要はない。

11 キャリブレーションおよび標準化

11.1 測定は、使用される放射の波長に依存するということは非常によく知られているが、角度測定の精度にも依存している。使用される X 線計測装置がオメガ(ω)について全周回転である場合は、角度は 1 回転して元に戻り、自然にキャリブレーションされる。

11.2 測定や分析をキャリブレーションするために標準のサンプルは不要である。しかし、与えられた X 線ツールについて測定の繰り返し精度をチェックするために使用できる「高品質な」サンプルを望むかもしれない。

12 手順

12.1 サンプルは、配向ずれがある場合には、それが入射ビームと直交する方向に向くように取り付けなければならない。

12.2 サンプルに配向ずれがある場合には、回折結晶面が散乱面と直行する方向に、配向ずれの公称サイズ分だけカイ(χ)を調整すること。

12.3 配向ずれがない場合には、入射ビーム方向に対してメジャーフラットまたはノッチを 90 度反時計方向にして配置すること (図 1)。