

半導体用シリサイド電極の局所構造解析

日立製作所(株) 与名本欣樹

yoshiki.yonamoto.qh@hitachi.co.jp

半導体デバイスの電極として、従来はドーパされた多結晶シリコンが用いられてきたが近年になってシリサイド電極の適用が進められている。シリサイド電極を用いることで特性が飛躍的に向上することが知られているが、その形成プロセス、及び基礎となる構造に関しては不明な点が多い。最近は一種類の金属のみを含むシリサイドだけではなく、他の金属元素も微量に添加した 2 種金属シリサイドの研究も盛んに行われているが、やはり構造に関しては情報が少ない状況にある。これまでに行われている研究例のほとんどは X 線回折を用いたものであり、結晶構造は分かるものの、添加された金属の役割に関しては報告例がない。そこで、基礎となる知見を得るべく、添加された金属元素周囲の局所構造の同定を XAFS を用いて実行した。用いた試料は Pt を微量に添加した NiPt シリサイドである (標準としてピュアな Ni シリサイドの測定も行った)。膜厚が数 nm と薄いため、蛍光法にて Pt、Ni の LIII-, K-edge XAFS スペクトルを取得した。抽出した EXAFS の解析には RM 法を適用した。その結果、NiPt シリサイド中の Ni 周囲の局所構造はピュアな Ni シリサイドの場合とほぼ同じという結論を得た。一方、Pt 周囲の局所構造解析からは、Pt は Ni と置換しており第一配位は Pt-Si 結合のみであり、かつ、Pt-Pt 結合や Pt-Ni 結合は含まれていないという結果が得られた。

当日はこれらの結果に関して更に検討を進めた結果を報告する。

HITACHI
Inspire the Next

2008年度産業利用報告会

半導体用シリサイドの局所構造解析

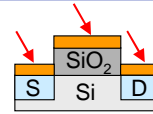
与名本欣樹¹, 上田和浩²

1. 株式会社日立製作所 生産技術研究所
2. 株式会社日立製作所 基礎研究所

All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

シリサイド材料の概要

用途: 半導体デバイス(MOSFET)の電極



作成法: 金属膜形成後に加熱、反応させて形成

$M+Si$ M_2Si MSi MSi_2 ...と反応するが、
MSi相のみが用いられる

材料の変遷と熱特性:

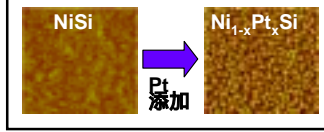
従来: NiSi

今後: $(Ni_{1-x}Pt_x)Si$ (x~数%)

NiSi NiSi₂が ~ 600 で
起こり、ラフネスも増大する。

そこでPt添加による特性向上が検討されている。

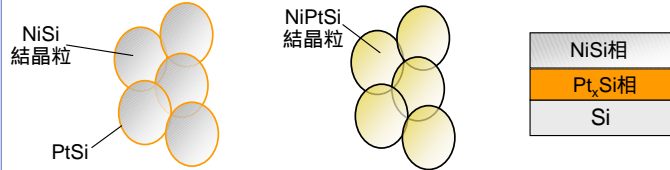
特性変化の一例:
AFM(1 μ m?)



All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

シリサイド材料の概要

課題: Ptによる転移温度変化は確認されているが(本試料では低下)
機構、構造が不明(過去モデルは下図¹⁾)



粒界にPtSi, PtSi₂が偏析 Ptが均一に分散 基板界面にPt₂Siが偏析

機構解明にはまずPt周囲の構造を決定する必要がある。
そこでXAFS, in-plane XRDを適用した。

1) C. V. Bockstael et al., J. Appl. Phys., 104, 053510 (2008),他

試料と測定セットアップ

XAFS測定セットアップ

試料: Pt濃度依存Ni_{1-x}Pt_xSi数種
(Ni_{1-x}Pt_x成膜 熱処理で形成)
・Ref.

測定: Ni K-, Pt L_{III}-edge XAFS
* In-plane XRD測定については略

@BL 16B2、室温、大気下、全反射条件

Pt L_{III}-edge XAFS

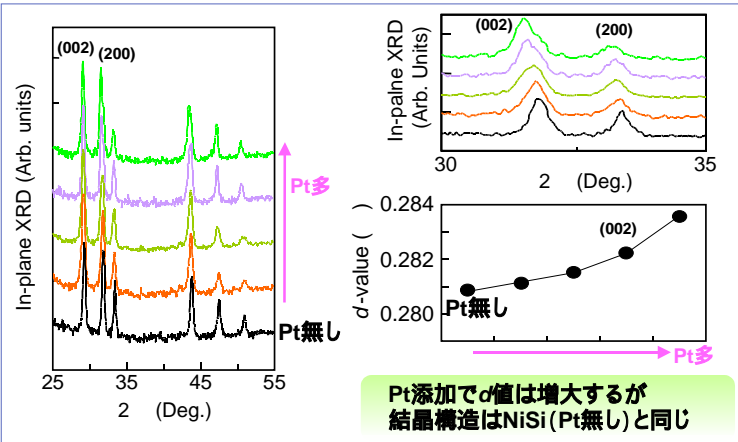
Intensity (Arb. units)

Photon Energy (KeV)

XAFSにより微量Ptのシグナルを感度よく検出可能

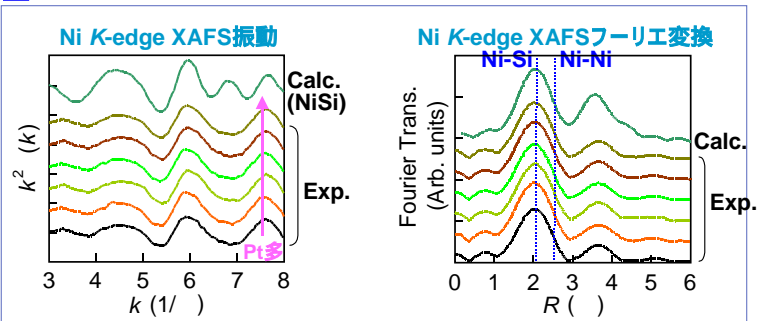
All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

シリサイド材料へのin-plane XRDの適用



NiSi: Orthorhombic, $Pnma$, $a=5.659$, $b=5.233$, $c=3.258$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

シリサイド材料へのXAFSの適用

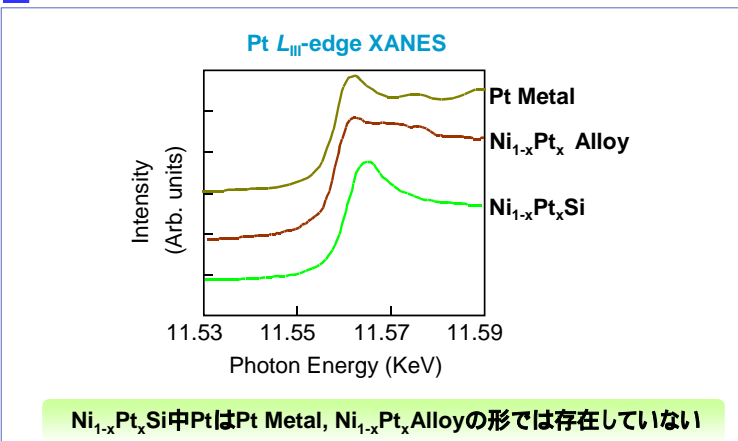


Pt添加量依存性は見えず、Ni-Si(Ni-Ni)結合距離は2.33, 2.69 文献値(2.34, 2.69)と良く一致、基本構造はNiSiに近い

NiSi: Orthorhombic, $Pnma$, $a=5.659$, $b=5.233$, $c=3.258$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

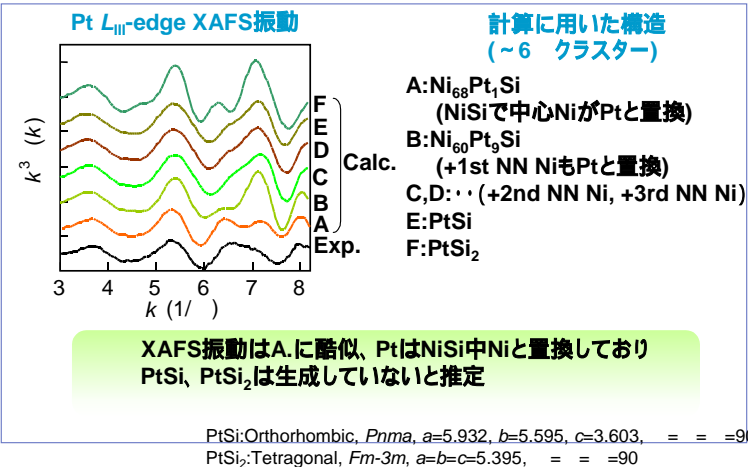
All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

シリサイド材料へのXAFSの適用

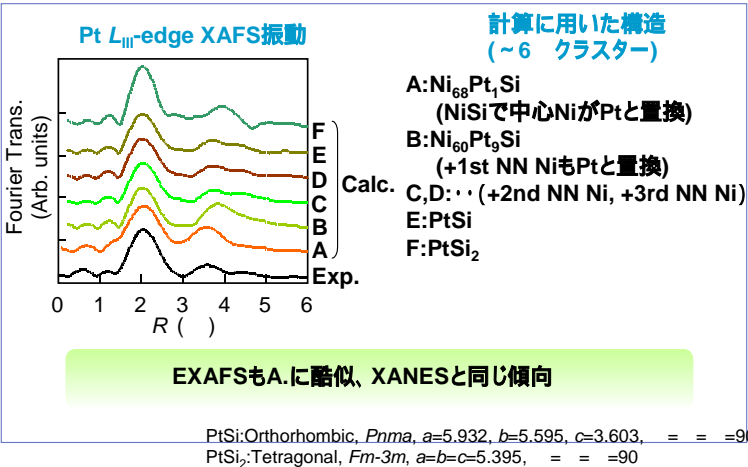


All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

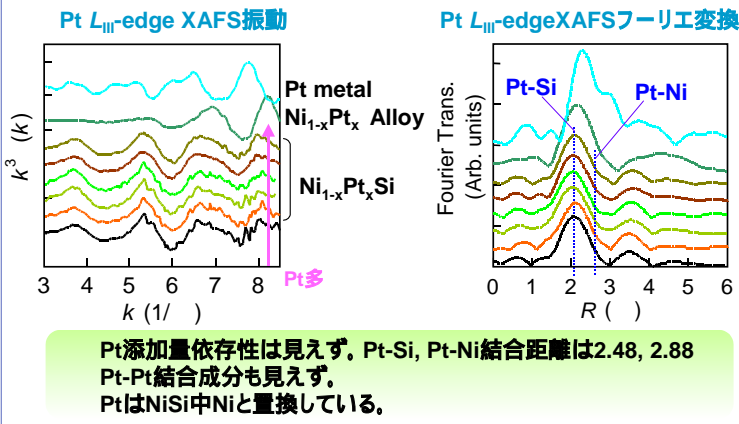
シリサイド材料へのXAFSの適用



シリサイド材料へのXAFSの適用



シリサイド材料へのXAFSの適用



シリサイド材料へのXAFSの適用

微量Pt添加NiSi($\text{Ni}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Si}$)において、

Pt添加に伴い d 値は増加するが結晶構造はNiSiと同じ。

PtはNiを置換しており、Pt Metal、PtNi Alloy、PtSiの生成は見えず。

第一、第二配位距離はPt-Si(2.48 Å) > Ni-Si(2.33 Å)、

Pt-Si(2.88 Å) > Ni-Si(2.69 Å)であり局所的に歪んでいると考えられる。



転移(モノSiシリサイド → ダイSiシリサイド)温度

低温化に関し、現在は2つのモデルを想定

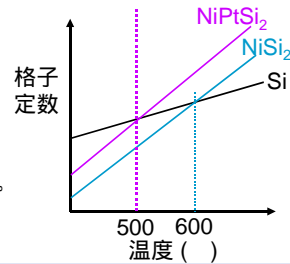
1. 不安定な歪みを緩和するために低温化

2. NiSi(Pt無し)ではSiとNiSi₂の格子定数が

一致する温度で転移(NiSi → NiSi₂)する(右図)。

Pt添加で格子定数が増大するために低温化

(今後確認予定)



All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.

まとめ

微量Pt添加Niシリサイド($\text{Ni}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Si}$, $x \sim$ 数%)のPt周囲の局所構造解析にXAFS、in-plane XRDを適用し、以下の結果を得た。

Pt添加でに伴う d 値は増大するが結晶の基本構造は変わらない。

微量Ptの局所構造を解明、PtはNiSi中のNiと置換しており、偏析やPtSi生成等は見られない。

構造には局所的な歪みがあり、転移温度低温化に作用していると推定される。

All Rights Reserved, Copyright © 2008 Hitachi, Ltd.