

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Fe-Mn-Si-C 合金における γ - α 方位関係と変態集合組織に関する研究
Title(English)	Study on γ - α Orientation Relationship and Transformation Texture in Fe-Mn-Si-C Alloy
著者(和文)	田中泰明
Author(English)	Yasuaki Tanaka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10507号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:稲邑 朋也,細田 秀樹,舟窪 浩,三宮 工,木村 好里,中田 伸生
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10507号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	物質科学創造	専攻
Department of		
学生氏名:	田中 泰明	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野):	博士 (工学)
Academic Degree Requested	Doctor of
指導教員 (主):	稲邑 朋也 准教授
Academic Advisor(main)	
指導教員 (副):	細田 秀樹 教授
Academic Advisor(sub)	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

変態集合組織を定量的に予測するには、母相と生成相との間にある理想結晶方位関係についてバリエーション選択を考慮することが必要である。鋼の γ - α 拡散変態において、 γ 粒界に析出する α 相では、低界面エネルギーを実現するため、隣接する両側の γ 相と、Kurdjumov-Sachs (K-S)関係に近い方位関係となるようなバリエーションが選択されると考えられている。2つの異なる K-S 関係を同時に満たす界面は特殊であることから、一般的な大角粒界では、少なくとも片側の γ - α 界面において厳密な K-S 関係から乖離が生じている。従来の定量予測モデル (Double K-S [DKS]モデル) では、この乖離は K-S 関係の周辺でランダムに生じていると仮定されてきた。

本研究では、従来は考慮されてこなかった理想方位関係からの乖離に規則性があることを予見し、これをバリエーション選択に導入することが変態集合組織の予測精度の向上に重要であることを着想した。理想方位関係からの乖離規則の存在を明示し、変態温度および過冷度との関係を実験的に明らかにした上で、乖離規則を考慮したバリエーション選択則を提案し、定量予測モデルの構築を目的として本研究を行った。

理想方位関係からの乖離規則を明らかにするため、鋼では一般には室温で失われてしまう母相 γ の結晶方位を高精度に求める実験手法を確立するとともに、初析フェライト(PEF)との結晶方位関係を統計的に求める解析手法とソフトウェアを開発した。開発した手法を Fe-Si-Mn-C 合金に適用して、理想方位関係からの乖離が、K-S 関係の最密平行面法線を軸とする回転によって生じていることを明らかとし、乖離規則の存在を実証した。

バリエーション選択則に及ぼす変態温度および過冷度の影響を解明するために、Ae3 温度の異なる Fe-Mn-Si-C 合金を用いた等温変態実験によって、乖離角度および乖離軸の変態温度ならびに過冷度依存性を明らかにした。その結果、K-S 関係に近い方位関係にある γ - α 界面では、K-S 関係からの最小乖離角度($\Theta_{\min}$)は保持温度および過冷度によらず、K-S 関係から 1~2°乖離していること、また一方で K-S 関係から離れた界面における乖離角度 (第二最小乖離角度 [Θ_{2nd}]) は、過冷度の低下とともに僅かに拡大する傾向があることが明らかとなった。さらにその乖離軸は、保持温度や過冷度温度に依存せず、K-S 関係の最密平行面法線の周辺を維持することがわかった。

上記実験で得られた乖離規則に基づき、以下のような修正バリエーション選択則の提案およびモデル構築を行った。 γ - α 間の基本結晶方位関係には、従来採用されていた厳密な K-S 関係ではなく、K-S 関係の最密平行面法線軸を軸に 2°回転した結晶方位関係を適用した。また、 Θ_{2nd} について、その中央値が、過冷度に応じて K-S 関係の最密平行面法線軸の周りに K-S 関係から 4.76~6.68°の範囲で与えられるモデルを提案した。新たに提案した修正モデルは、 α が γ 粒界析出する際、片側とは K-S 関係に近い関係を持ち、もう片側とは Nishiyama-Wasserman (N-W)関係に近い方位関係を持つようなバリエーションが優先されることを示している。

修正モデルによる予測精度の向上を検証するために、熱間圧延した Fe-Mn-Si-C 合金を、種々の温度で変態させて得られた実験集合組織を、従来モデルおよび修正モデルによる計算集合組織と比較した。その結果、従来モデルと比較して計算精度の向上が確認された。

以上より、本論文では、拡散変態における変態集合組織の予測精度の向上について、従来は考慮されてこなかった K-S 関係からの乖離規則をバリエーション選択に導入することが有効であることを着想し、実験によって乖離規則の存在を実証し、さらに過冷度との関係を明らかとした上で修正バリエーション選択モデルを提案し、予測精度の向上が可能であることを示した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	物質科学創造	専攻
Department of		
学生氏名：	田中 泰明	
Student's Name		

申請学位(専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員(主)：	稲邑 朋也	准教授
Academic Advisor(main)		
指導教員(副)：	細田 秀樹	教授
Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The modified variant selection model has been investigated for improving the predictability of the texture development by the diffusional transformation in steel. In order to achieve the improvement of the prediction accuracy of the transformation texture, the additional rules have been introduced into the variant selection model, in which the deviation angle and the deviation axis from the ideal orientation relationship between the parent and product phase follows the law to minimizing the interfacial energy of γ - α phase boundary. The new analytical method based on the EBSD technique to statistically obtain the orientation relationship between the pro-eutectoid ferrite (PEF) and the neighboring γ grains has been proposed in this study, and indicated the deviation rule in which the deviation axis from the exact Kurdjumov-Sachs (K-S) lay along the direction of the closest-packed planes normal of K-S.

In order to clarify the transformation temperature and supercooling dependency of the deviation rule, the isothermal heat treatments were conducted under different holding temperatures with using the several materials having different A_{e3} temperature. The result indicated that the minimum deviation angle from K-S with respect to the near K-S related γ ($\Theta_{\min}$) was independent of the supercooling degree while the deviation angle with respect to the irrationally oriented γ (Θ_{2nd}) tended to become larger as the degree of supercooling increased. Furthermore, it was revealed out that the deviation axes were maintained the laying along the direction of the closest-packed planes normal of K-S regardless the degree of the supercooling.

The modified variant selection model has been proposed based on the deviation rule obtained via the experiment described as above. It was suggested that the variants were preferred in which the near K-S relation was established on the one side of the grain boundary and the near Nishiyama-Wasserman (N-W) relationship was realized on the other side simultaneously. The experimental verification indicated that the proposed model was physically reasonable and the prediction accuracy was improved compared with the conventional model.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).