

【 278 】

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 氏 名     | 武 智 弘<br>たけ ち ひろし       |
| 学位の種類   | 工 学 博 士                 |
| 学位記番号   | 論 工 博 第 124 号           |
| 学位授与の日付 | 昭 和 42 年 1 月 23 日       |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当 |
| 学位論文題目  | 極軟鋼の集合組織に関する研究          |

論文調査委員 (主 査) 教授 高村仁一 教授 足立正雄 教授 村上陽太郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は深絞用あるいは電磁用鋼板として広く用いられている極軟鋼の深絞性や磁性の支配的因子である集合組織の成因と発達過程を、著者の確立した実用的反転極点図法を主要な手段として追究し、工業的に重要な集合組織の制御に対する基本的な考えを示し、また本研究により開発された新しい型の深絞用鋼板に関する研究結果をまとめたもので、8章から成っている。

第1章は緒言で、軟鋼の集合組織に関する従来諸研究を概観し、とくに今まで集合組織の研究の殆んど唯一の手段であった正極点図法が定量的解析に必ずしも適当でないことを指摘している。

第2章は著者の提案した実用的反転極点図の作成法を述べたものである。すなわち正極点図法では結晶面の極の重複のために、多結晶金属の集合組織の定量的解析が困難であることを指摘し、その解決策として反転極点図の利用を挙げている。反転極点図法としては精密法とよばれる Jetter らの方法があるが、極めて煩雑で実用性に乏しい。そこで著者は、X線源として MoK $\alpha$  線を用い、検出器にシンチレーション計数管と波高分析器を併用し、(110) から (600) + (442) までの回折線の積分強度を演算装置を組み込んだ測定装置によって記録し、標準ステレオ三角形内にほぼ均一に分散する11個の方位についての強度分布を、板面や主要断面について求めて反転極点図を作成した。この方法は正極点図法では避けがたい極の重複を迅速かつ正確に分離しうる利点をもっている。さらに反転極点図から求まる優先方位のうち直交条件をみたす方位の組合せを正極点図における強い集積点と合致させることにより、反転極点図からだけでは決定し得ない優先結晶面と方向の組合せを見出す方法を考案した。この方法は正極点図法と反転極点図法の両者の長所のみを取出したもので、これによって集合組織の精細な解析が可能となった。

第3章は上記の手段を用いて極軟鋼板の冷間圧延および再結晶による集合組織の変化を詳細に検討した結果を述べたものである。まず冷間圧延では、その集合組織の形成過程は Calnan-Clews の理論的予想と一致するが、その優先方位は Bennewitz らの主張とは異なり圧延方向  $\langle 110 \rangle$  軸回転と板面法線  $\langle 111 \rangle$  軸回転の2系列から成り、Barrett-Levenson の単結晶の結果とよく対応することを見出している。また

再結晶集合組織では、強冷延高温焼鈍の場合に顕著にみられるように、冷延安定方位の(100)が減少し、 $\langle 110 \rangle$  軸まわりの約 $30^\circ$ の回転によって(113)近傍に強い集積を生じ、また微弱方位として圧延方向に対し $\pm 18^\circ$ だけ板面法線のまわりに結晶を回転させた系列が現われることを指摘している。

第4章は冷延と焼鈍を2回宛繰り返えず二段冷延法における(111)、(100)および(110)などの優先方位の消長をくわしく調べた結果を述べたものである。すなわち冷延によっては(111)および(100)方位が増加し(110)方位が減少するのに対し、焼鈍では一般にこの逆の現象を呈するが、適当な条件のもとで二段冷延法を実施することによって、深絞用に適した方位の(111)あるいは電磁用に最適の(100)方位を別々に優先発達させることが可能なことを示した。

第5章は熱間圧延による集合組織の変化に関するもので、一般には板の表面層では(hkl) $\langle 111 \rangle$ と(110) $\langle uvw \rangle$ 、中心層では(h'k'l') $\langle 110 \rangle$ というように優先方位が表面層と内部で異なることを見出し、最終圧延温度の低下と共に中心部の(100)方位を主体とする冷延的優先方位が拡大発達し、その後の冷延焼鈍によっても消えることなく、鋼板の深絞性を劣化せしめることを明らかにした。

第6章は極軟鋼板における再結晶の機構を論じたものである。冷延後の焼鈍による代表的方位の(111)、(100)および(110)の消長は、これらの方位が冷延時に蓄えた歪エネルギーすなわち歪量の差違に起因することを指摘し、実際に蓄積歪量とりもなおさず再結晶の容易さが(110)、(111)、(100)の順であることを、方位別各結晶の硬度、回折線の中、あるいは電子顕微鏡による薄膜の直接観察その他によって確認し、再結晶の機構がoriented growth説よりもむしろoriented nucleation説によることを明らかにしている。この結論は極軟鋼の集合組織の制御に基本的な指針を与えるものである。

第7章では深絞用極軟鋼板の集合組織に及ぼす添加元素の影響を検討して、転位の運動の障害としての微細炭化物の役割に注目し、工業的にもリムド鋼になりうる条件を考慮してタングステンを添加元素として選び、微量(0.01~0.1 wt%)の添加で極めて秀れた深絞性をもつ顕著な(111)集合組織から成る鋼板の開発に成功している。

第8章は結言で、以上の結果を総括したものである。

## 論文審査の結果の要旨

この論文は、深絞用あるいは電磁用鋼板として広く用いられている極軟鋼の集合組織の制御を目的として、その成因と発達過程を追究したものである。

著者はまず、集合組織の研究に今まで用いられている正極点図法では、結晶面の極の重複のために定量的解析が困難なので、新たに実用的反転極点図の作成法を提案した。すなわちX線源としてMoK $\alpha$ 線を用い、標準ステレオ三角形内にはほぼ均一に分散する11個の方位を選び、その回折線の積分強度を精密に測定して板面や主要断面についての反転極点図を作成する。この方法は精密法と呼ばれる煩雑で実用性に乏しいJetterらの方法にくらべて、正極点図における極の重複を迅速に分離定量しうる利点がある。さらに反転極点図から求まる優先方位のうち直交条件を充たす方位の組合せを正極点図上の強い集積点と合致させ、反転極点図だけでは決定し得ない優先結晶面と方向の組合せを見出す方法を考案した。

著者は上記の手段を用いて、冷間あるいは熱間圧延および再結晶による極軟鋼の集合組織の変化を詳細

に検討した。まず冷延集合組織の形成過程は Calnan-Clews の理論的予想と一致するが、優先方位は Bennewitz らの主張とは異なり圧延方向 $\langle 110 \rangle$ 軸回転と板面法線 $\langle 111 \rangle$ 軸回転の2系列のあることを見出した。また熱延では板の表面層では  $(hkl)\langle 111 \rangle$  と  $(110)\langle uvw \rangle$ 、中心層では  $(h'k'l')\langle 110 \rangle$  のように優先方位が異なり、これらが熱延条件と共に系統的に変化し、その後の冷延組織に重大な影響を与えることを指摘している。

さらに冷延と焼鈍を2回繰返す二段冷延法における  $(111)$ 、 $(100)$  および  $(110)$  優先方位の消長をくわしく追究し、再結晶の容易さが  $(110)$ 、 $(111)$ 、 $(100)$  の方位順であり、これが冷延時の蓄積歪量の差違に起因することを方位別結晶の硬度、回折線の中、あるいは電子顕微鏡直接観察により確認し、深絞用の  $(111)$  方位あるいは電磁用に最適の  $(100)$  方位の制御法に基本的な指針を与えている。

最後に著者は深絞用極軟鋼板の集合組織に及ぼす添加元素の影響を検討し、転位の運動の障害としての微細炭化物に注目し、工業的にもリムド鋼で生産可能な添加元素としてタングステンを選び、微量 ( $0.01 \sim 0.1 \text{ wt}\%$ ) の添加により極めて秀れた深絞性を有する顕著な  $(111)$  集合組織をもつ鋼板の開発に成功している。

これを要するに本論文は、極軟鋼板の深絞性や磁性の支配的因子である集合組織の成因と発達過程を、著者の確立した実用的反転極点図法を主要な手段として追究し、工業的に重要な集合組織の制御に対する基本的な考え方を示し、その応用として微量タングステンの添加を試みたもので、学術上工学上寄与するところがすくなくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。