

氏名	秋末治 あきすえおさむ
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第554号
学位授与の日付	昭和52年1月24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	<b>A Development Mechanism of the {554} &lt;225&gt; Type Recrystallization Texture in Low Carbon Steel Sheets</b> (低炭素鋼板における{554}<225>型再結晶集合組織の発達機構)

論文調査委員 (主査) 教授 浅井健次郎 教授 中井祥夫 教授 端 恒夫

### 論文内容の要旨

申請者はニオブ添加低炭素鋼の再結晶組織において、{554}<225>方位の結晶が発達した集合組織ができ易いことを見出した。特に再結晶する以前の試料の冷延圧下率が60%以下のときには{554}<225>方位の結晶が発達する。延圧下率が65%を超えると、{554}<225>方位の結晶粒がロール方向と60°の角度をなす<110>軸のまわりに回転したような集合組織となる。延圧下率の増加と共にこの回転は増し、{211}<011>方位に近づいていく。

この事実を基に、申請者は再結晶核の発生機構、及びその核の冷延圧下率に対する回転の機構を明らかにしようとしたのが本論文の要旨である。

再結晶集合組織を発達させる源として、冷延圧下中に結晶歪みの大きい部分ができ、これが再結晶の核となることが知られている。申請者は、この歪の大きい部分は冷延圧下中に結晶転位による迂り変形が阻止されることにより生ずると考え、この領域を“捩れ領域”と名づけた。鉄結晶においては、転位の迂り運動は特定の迂り面によらない<111>方向へのペンシルグライドである。独立の4ケの<111>迂り方向へのペンシルグライドを、各々一對の直交面上での迂りと置き換える。これらの面内での迂り量とその時生ずる歪成分・迂り面内での回転の関係は容易に導かれる。一方、試料板の冷延圧下の過程では圧延方向と板面垂直方向の各々に直交する方向(板巾方向)では歪を生じないことから、歪の一成成分を0と置くことができる。この条件を用いると迂り量は延圧下率と結晶の回転の関数として書きあらわすことができる。

試料板の圧延が進むにつれて、迂り変形により結晶回転が進行するが、一つの迂り変形が、結晶粒界または析出物等による阻止されると、部分的に結晶回転の進んだ領域が生ずる。これが“ねじれ領域”の発生の原因となる。従って上の手続により求めた関係式において、4ケの迂りの各々が0となる条件をおくと、各々の迂り面に垂直な軸のまわりでの回転率が求まる。

特に(110)[001]方位から(001)[110]方位に至る範囲では、板巾方向に平行な軸のまわりでの“ねじれ領域”の回転率は、4ケの迂り方向に対応して、結晶方位の関数として求まる。実際にはこの4ケのモ

ードが同時に起ることはなく、隣接する結晶粒からの拘束等によってつねに回転率の小さいモードの発生する確率が高くなる。このように仮定すると、“ねじれ領域”は  $(11\ 11\ 8)[4\ 4\ \bar{1}\bar{1}]$  方位に集積することがわかる。これは回転率が正から負に変る方位である。

次に  $(554)[22\bar{5}]$  方位から  $(211)[01\bar{1}]$  方位に至る範囲について同様回転率を求めてみると、 $(554)[22\bar{5}]$  から  $(211)[01\bar{1}]$  への回転モードの存在することがわかった。この結果を用いて  $(554)[22\bar{5}]$  方位から  $(211)[01\bar{1}]$  方位に至る間で、冷延圧下率に対する“ねじれ領域”の回転率を計算した。この結果は実験から得られた再結晶最優先方位の冷延圧下率に対する回転率とよく一致する。

以上のことから、ニオブ添加低炭素鋼板に見られる再結晶組織は、冷間圧延時に転位迂りが阻止されて生じた歪の大きい場所（ねじれ領域）に支配されていると考えられる。特に、このモデルにより、低い延圧下率の時見られる  $(554)[22\bar{5}]$  組織（理論ではほぼこれに等しい  $(11\ 11\ 8)[4\ 4\ \bar{1}\bar{1}]$  組織）、また延圧下率が増すにつれて圧延方向に対して  $60^\circ$  の角をなす  $[110]$  軸のまわりで回転したように見える再結晶組織の生成機構の解明に成功した。

参考論文5篇のうち、初期の2篇はイオン結晶中の欠陥の直接観察に関するものであり、他の3篇は本論文の前駆をなす冷延鋼板の集合組織に関する一連の研究で、興味深い事実を提示している。

### 論文審査の結果の要旨

金属の再結晶過程は固相における原子拡散を伴う複雑な現象で、再結晶のはじまる以前の加工組織、金属中の不純物の種類・濃度等にも影響される。現在、その過程は充分解明されているとはいえないが、一方再結晶組織は金属材料の強度・加工性等と密接な関係があり、組織の制御は実用上も極めて重要な問題であるため、多くの経験則を含め、その過程の解明に幾つかの試みがなされている。

申請者はこの複雑な現象を塑性変形の基礎に立って解析的に示そうと試み、その基礎として、低炭素鋼板の圧延加工の過程において結晶転位の迂り運動が阻止された、結晶面の歪んだ部分に、再結晶核が発生するとの立場に立って、試料内結晶粒の回転過程を説明し、結晶粒の方位分布——集合組織との対比を試みている。

即ち、まず鉄結晶中の  $\langle 111 \rangle$  ペンシルグライドをそれぞれ一対の直交する仮想的迂り面上の成分で表わすという方向で問題を定式化し、冷間圧延で鋼板の厚みの減少と roll 方向への伸びだけを考え、巾の変化は無視できるという二次元変形の境界条件の下で、結晶の回転率を計算している。

その結果、板巾方向に平行な  $[1\bar{1}0]$  軸のまわりの回転は4ケのモードで起り得ることを明らかにし、しかも多結晶体中での各結晶粒の相互作用から、このうち回転率の低いモードが発現すると考えて、各結晶粒の方位が特定方向に集中してゆく過程を明らかにしている。

この結果、結晶の回転は板状試料の巨視的歪量に依存し、変形の初期では再結晶核は特定方位 ( $(11\ 11\ 8)\langle 4\ 4\ 11 \rangle$  方位) をとり易くなるが、巨視的歪が増すにつれ、この方位を持つ核が  $[110]$  軸のまわりに回転し始めることを導いた。このようにして求めた再結晶核の方位分布は、申請者の行なった実験結果とよく一致し、取り扱いの妥当性を立証している。

以上要約すれば、本論文は再結晶の基となる加工組織、特に大きな歪を持つ領域について、その集合組

織の形成に関しての解析に成功したものであり、応用面に益する所大であると共に、金属物理学の上にも有意義な貢献をなすと言えよう。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。