

カーボン膜は、非晶質に近く、回折環はハローとなりかつ薬品に犯されぬことの他に、機械的強度および耐電子衝撃強度の大きいことがプラスチックに比べて有利であるので、比較的大きな介在物にも応用できると考えられ、腐蝕液の適当な組合せによつて炭化物等にも応用し得る。また、原試料から取り出されたものの判定だけでなく、カーボン膜は当然試料の表面組織を模写するので介在物等の存在位置と組織との関連も知ることができる。最後に本実験に際し種々御援助も得た東大工学部総合試験所の深見章氏に深く感謝する。

### 文 献

- 1) Metals handbook, A.S.M. 1954 Supplement p. 176 その他
- 2) Archiv für das Eisenhüttenw. Heft 11/12 1953, p. 509 その他
- 3) 橋口, 野本: 日本金属学会昭和 30 年春季講演会
- 4) R. M. Fisher: J. Appl. Phys. 24 (1953) 113 A. S. T. M. Special Technical Publication No. 155 (1953) その他
- 5) D. E. Bradley: British J. Appl. Phys. 5 (1954) 65
- 6) 深見 章: 電子顕微鏡, 第4巻, 第1号, p. 274 (1955)

## (23) 高温顕微鏡による鋼のベイナイト変態及び再結晶並びに結晶粒成長の観察(映画)

(Observation of Bainitic Transformation Recrystallization, and Grain Growth in Steels Using the High Temperature Microscope with a Cinecamera)

Toyoaki Bada, et alii

東京大学工学部教授工博 芥 川 武  
ユニオン光学技術部長 宮 本 幸 蔵  
東京大学大学院学生工修〇馬 田 豊 昭

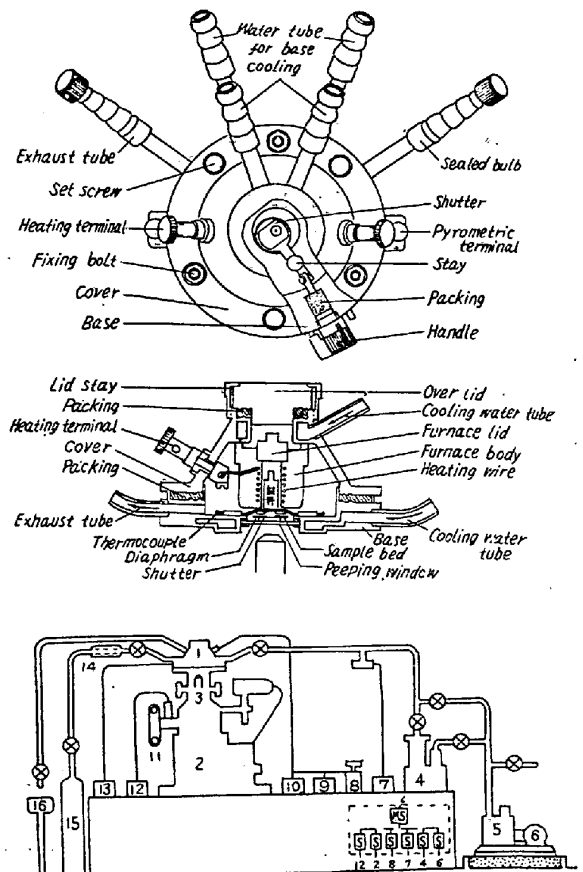
### I. 緒 言

1909年に P. Oberhoffer によつて、高温顕微鏡による金属組織の研究が行われて以来、幾多の高温顕微鏡の試作研究が行われてきたが、光学系の問題および金属の視窓ガラスへの蒸着などのため詳細な観察研究は不充分であつた。著者等は既存の加熱炉および対物鏡について検討し、改良を加えて新しい加熱炉および対物鏡を試作した。これを用いて鋼のベイナイト変態並びに再結晶および結晶粒成長を映画撮影したので、茲にその結果を

報告する。

## II. 真空加熱炉

本加熱炉はルシャテリー型反射顕微鏡にとりつけて使用されるものであり、その構造を Fig. 1 に示す。試料の加熱はタングステン線ヒーターで行い、測温はPt-Pt-Rh熱電対を試料研磨面にけずられた溝にはめ込んで行つた。



1. Vacuum heating furnace. 2. Metallographic microscope. 3. Profocus object lens. 4. Oil-diffusion vacuum pump. 5. Oil-rotation vacuum pump. 6. Motor. 7. Vacuum meter. 8. Slide transformer. 9. AC voltmeter. 10. AC amperemeter. 11. Photo camera. 12. Exposure meter. 13. Thermocouple. 14. Cleaner. 15. Gas bomb. 16. Apparatus for supply and drainage of water.

Fig. 1.

この炉の特徴は視窓ガラスへの金属の蒸着を防止するため密着スライド式透明石英板を用いたことである。この石英製シャッター上に金属が蒸着して、検鏡不可能になればシャッターを少しスライドさせて透明面を出し、視窓ガラスを保護しつつ観察を行う。写真撮影の場合には、シャッターを開放にして視窓ガラスのみを通して撮影する。次に試料装填をできるだけ簡単化する様設計に意を用いた。即ち炉蓋をとりはずして試料をピンセットで試料台上にのせればよい。

III. 高温金属顕微鏡用対物鏡

高温金属顕微鏡に使用する対物鏡は高温の試料に近接して、検鏡を行う関係上、作動距離の長いものを必要とする。高倍率対物鏡では作動距離と分解能は逆比例するため従来の屈折系対物鏡を使用して十分な作動距離を得るためには、分解能(従つて開口数)を小さくしなければならない。そこで分解能を犠牲にする事なく、長作動距離で高い分解能を保持する対物鏡が種々考案された。

著者の一人は高温顕微鏡用対物鏡として、1)長作動距離(少くも 5mm 以上)、2)高倍率、3)像が明るく分解能がよいことの3点を満足するような特殊な組立てによる

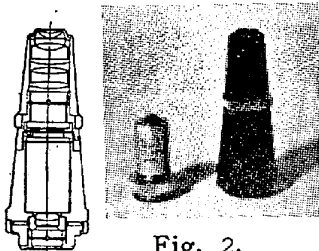


Fig. 2.

屈折系対物鏡を新しく試作した。Fig. 2がその断面図である。これは固有倍率40倍、N.A.=0.62、作動距離=5.8mm、で作動距離を光学的に長くするため負レンズ系を対物鏡の光学

系中に組合わせて、主焦点の位置を前方に移動したものである。

IV. 実験

Fig. 3は高温顕微鏡によるシネカメラ撮影装置を示す。

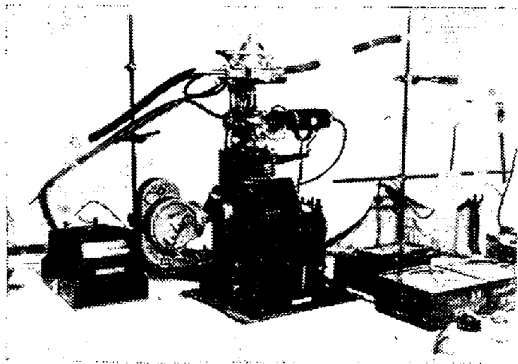


Fig. 3.

カメラは Bell and Howell 16mm カメラで8駒/秒~最高 64 駒/秒の6段切換えと1駒撮りも可能である。フィルムは反転フィルム百呎長を使用した。実験に使用した試料の化学成分は Table 1 のようである。

1) Ni-Cr-Mo 鋼 (SNCMI) について、連続冷却した場合の上部ベイナイトの発生成長状態を 24 駒/秒でもつて撮影した。1100°C に1時間保持しオーステナイト化して電流を切つてより約5分経過して 540°C に達し上部ベイナイトが発生する。この場合の上部ベイナイ

Table 1. Chemical analysis of steels used

Steels used	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	S	V
Ni-Cr-Mo steel	0.31	0.26	0.58	1.10	1.14	0.24	0.010	0.008	
Cold die steel	0.99	0.31	0.57		5.24	0.97			0.43
Forging die steel	0.72	0.25	0.73	1.79	0.90	0.21	0.015	0.010	
Mild steel	0.028	0.25					0.016	0.015	

トは平行縞状に粒界等から主に発生する。その発生速度は非常に速く所謂 successive abrupt formation<sup>1)</sup> である。

2) 冷間ダイス鋼および鍛造型鋼 (SKF5) について恒温変態せしめた場合の上部ベイナイトと下部ベイナイトの発生成長状態を 16 駒/秒でもつて撮影した。1100°C に1時間保持、オーステナイト化して、電流を切つてより高純度アルゴンガスを吹込んで急冷し所定温度に保持して、恒温変態せしめた。

3) 冷間圧延せる電磁軟鋼について、その再結晶と結晶粒成長を1駒撮りで撮影した。約 300°C の再結晶温度以下の温度では圧延された扁平形粒が薄くかすかに見える。しかして約 500°C において、粒界や非金属介在物等に再結晶によつて生じた微細粒が密集して現われる。更に 720°C になつて再結晶によつてできた成長粒が明瞭に現われ、750°C に長時間保持する結晶粒の成長が行われる。粒成長による粒界移動は粒界の曲線中心に向つて行われ結晶粒界の三重点は尖角から 120°C になる迄、曲率中心に向つて移動する。また粒界移動が非金属介在物によつて阻止される状態が見られた。

文 献

- 1) J. R. Vilella, G. E. Guellich and E. C. Buin., Mass Inst Tech., Thesis, vol 24

(24) 耐熱鋼の研究 (XI)

(含 Ti, B 16-25-6合金のウォーム・ワークと加工を受けた材料の時効組織)

(Study of Heat-Resisting Steels (XI))

Eiichiro Asano.

東都製鋼技術部 浅野栄一郎

I. 緒 言

Timken 16-25-6 耐熱鋼に Ti, および B を夫々単独および併用添加した合金の析出現象については (X)