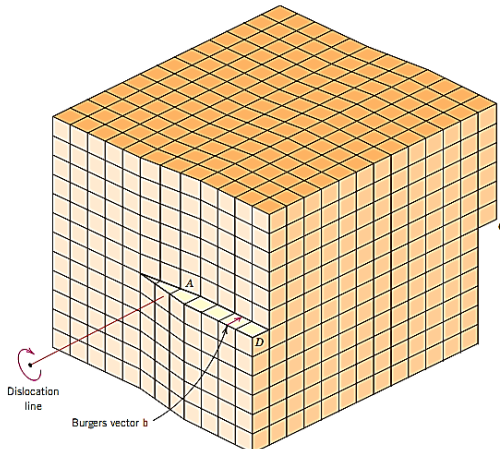


ناجایی پیچی

این ناجایی با تنش برشی حاصل و طبق شکل قسمت بالایی بلور نسبت به پایین جابجا می شود. مرز منطقه تغییر شکل یافته و نیافته خط ناجایی پیچی (Dislocation line) یا به بیان ساده ناجایی پیچی است. علامت قراردادی این ناجایی بسته به نوع آن به صورت علامت ساعت گرد (شکل زیر) یا خلاف عقربه ساعت است.

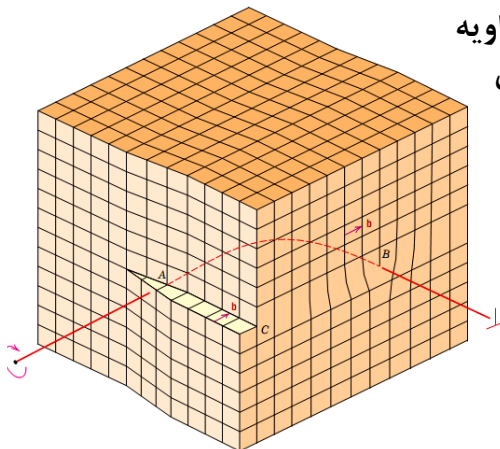


✓ * نکته مهم: طبق شکل در ناجایی پیچی بردار برگر موازی خط ناجایی است.

ناجایی مختلط

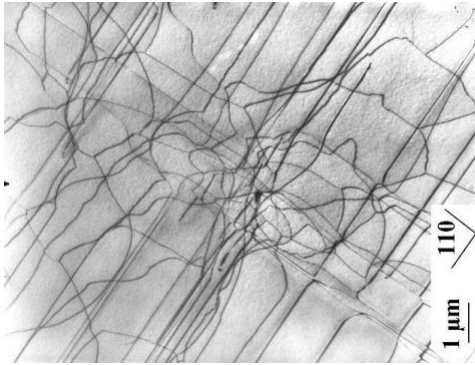
این ناجایی ماهیت لبه ای-پیچی یا مختلط دارد. بعبارتی ناجایی درصدی لبه ای و بقیه پیچی است. اگر نقاط این خط ناجایی را بررسی کنیم، درصد لبه ای و پیچی آن متفاوت است. مثلا در شکل زیر در نقطه A ناجایی کاملا پیچی، در نقطه B کاملا لبه ای و در بین این دو نقطه ماهیت مختلط دارد.

✓ * نکته مهم: در ناجایی مختلط زاویه بین بردار برگر و خط ناجایی، اعدادی غیر از $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ است.



مشاهده نابجایی

نابجایی با میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) به شکل خطوط تیره دیده می شوند. شکل زیر شبکه ای از نابجایی ها را درون بلور سیلیسیم نشان می دهد.



3

نقص های سطحی یا دو بعدی

نقص های که درون یک صفحه (مسطح یا غیر مسطح) سطح خارجی، مرزدانه، مرز دوقلوبی، نقص چیدن و مرز فازها

سطح خارجی

اتمهای در سطح خارجی یک پیوند کمتر از درون جسم تشکیل داده اند و از سطح انرژی بالاتر برخوردار هستند. این افزایش انرژی نسبت به درون ماده یک عیب (درون انرژی کمتر و پایدارتر) در نظر گرفته می شود و به عنوان انرژی سطحی می شناسند.

□ واحد این انرژی J/m^2 or erg/cm^2

4

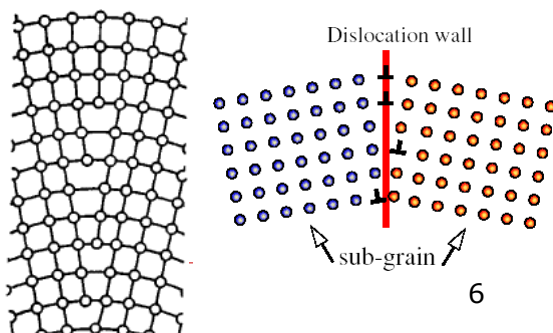
- ❑ مواد تمایل دارند این انرژی را کاهش دهند (چون انرژی کل ماده کم) پس تمایل دارند کل سطح خود را به حداقل برسانند
- ❑ در مایعات قطرات کروی می شوند چون کره کمترین نسبت سطح به حجم را دارا است و انرژی سطحی حداقل
- ❑ در جامدات تمایل به کاهش انرژی سطحی است اما چون جامد صلب است و پیوند بین اتمی قوی است، نمی تواند شکل سطح خود را تغییر دهد

5

مرز دانه

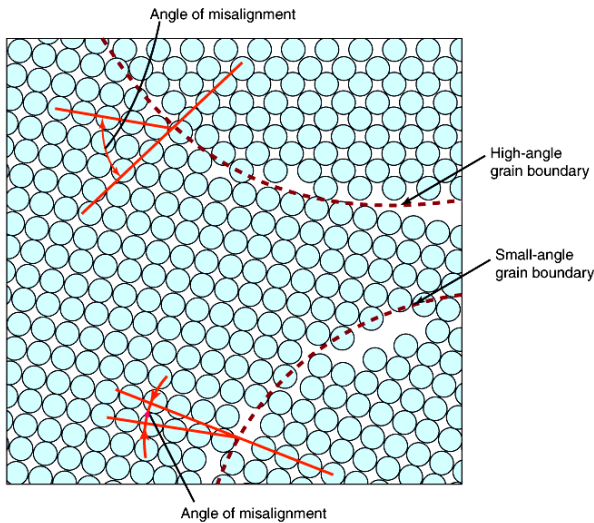
مرز ۲ دانه ، منطقه ای به پهنای چند برابر فاصله اتمی (فاصله بین دو صفحه اتمی را یک فاصله اتمی گویند)

اغلب نابجایی به مرزدانه ختم می شود و چون اتم های روی خط نابجایی یک پیوند کمتر داده اند ، از انرژی بالاتری برخوردارند ، پس انرژی مرزدانه نسبت به دانه افزایش می یابد و این به عنوان یک عیب



6

انواع مرز دانه



زاویه بین چیدن uc
در یک دانه با امتداد
چیده شدن uc از دانه
مجاور را α می نامند

مرزدانه فرعی $if \alpha < 10^\circ$
مرزدانه اصلی $if \alpha > 10^\circ$

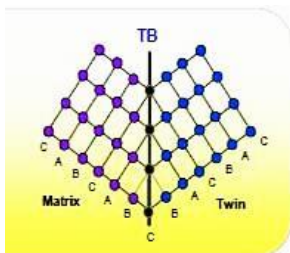
7

مرز دوقلویی (Twin boundary)

مرزدانه ای که قسمتی از بلور نسبت به آن قرینه آینه ای قسمت دیگر ،
انواع دوقلویی

۱- دوقلویی مکانیکی: از نیروی برشی مکانیکی حاصل، در فلزات BCC, HCP

۲- دوقلویی حرارتی: در طی عملیات حرارتی بازپخت بعد از تغییر شکل
حاصل، در فلزات FCC



8

سایر نقص های سطحی

- نقص چیدن : بهم ریختگی در چیدن صفحات اتمی FCC یعنی به جای ABCABC..... مثلا ABABC.... می شود
- مرز فازها: در مرز ماده چند فازی ، تغییر ناگهانی در خواص فیزیکی و یا شیمیایی داریم که به عنوان یک عیب
- * زیر میکروسکوپ نوری هر فاز به یک رنگ دیده می شود

نقص های حجمی

سوراخ ، ترک ، ناخالصی خارجی که حجمی از ماده را اشغال می کنند. این گروه در طی مراحل ساخت و فرآوری ایجاد می شود

ارتعاشات اتمی

- در جامد ، هراتم با سرعت بسیار اطراف موقعیت اتمی خود در حال ارتعاش که به عنوان یک عیب
- در یک دمای مشخص ، همه اتم های ماده با یک دامنه ، فرکانس و انرژی یکسان ارتعاش نمی کنند ، پس در یک دما یک انرژی متوسط گزارش می شود
- با افزایش دما انرژی متوسط افزایش
- در دمای محیط فرکانس ارتعاش اتم ها در حد $10^{13} \text{ vibrations/s}$

□ بسیاری از خواص مانند ذوب توجیه می شود:
با افزایش دما دامنه و انرژی ارتعاش زیاد می شود ، تا این انرژی بر انرژی پیوند غلبه می کند و با شکست پیوند باعث ذوب ماده می شود

11

آزمایشهای میکروسکوپی

- چون معایب ساختاری بر خواص ماده اثر می گذارند ، تمایل به مشاهده و مطالعه آنها وجود دارد
- ۱- دانه اکثر مواد بلوری در حد میکرون ، پس با میکروسکوپ دیده می شوند
 - ۲- تنها آلومینیم و سرب دارای دانه ماکروسکوپی هستند و بدون میکروسکوپ دیده می شوند

- ۳- اندازه و شکل دانه از مشخصات ریز ساختاری ماده
- ۴- مطالعه ریزساختار با میکروسکوپ را متالوگرافی گویند

12

۵- قبل از متالوگرافی باید نمونه آماده سازی سطحی شود، برای میکروسکوپ نوری:

✓ ابتدا نمونه با کاغذهای سنباده زبر تا نرم صیقل داده (برای هر کاغذ جهت دست ۹۰ درجه تغییر می دهند، در طی صیقل کاری آب جریان دارد تا ذرات فلز را از سطح تماس خارج کند)

✓ سپس با پارچه پولیش (مخملی) و دوغاب مواد ساینده (مانند اکسید آلومینیم)، صیقل نهایی کرده

✓ نکته: روی سطح نمونه نباید دست کشید.

✓ بعد از هر مرحله سنباده و پولیش نمونه زیر جریان آب شسته می شود
✓ نمونه درون محلول شیمیایی (اچانت)، حکاکی یا اچ می شود (Etching)

✓ مناطق مختلف نمونه عکس العمل متفاوتی به اچانت دارند، مثلا مناطق عیب دار زودتر و بیشتر درگیر واکنش می شوند چون انرژی بالاتری دارند. می دانیم مرزدانه یک عیب است و از درون دانه انرژی بالاتری دارد برای همین بیشتر واکنش می دهد و مرزدانه را نسبت به درون دانه تیره تر می بینیم.

میکروسکوپهای متالوگرافی

✓ میکروسکوپ نوری ، حداکثر بزرگنمایی 2000X

✓ میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) : 50,000X

✓ میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) : 1,000,000X

* در میکروسکوپ الکترونی برای مشاهده از پرتو الکترونی استفاده می شود. لازم به ذکر است بزرگنمای میکروسکوپهای الکترونی جدیدتر در حال افزایش است.