

خواص مواد مهندسی

د ن د ر د ر خ . ب گ ی ب گ ظ ع - ت ک

م - ن - ج - ع

W. .1

F.

Smith,

Principles

of

Materials

Science

and

Engineering,

3rd

Edition,

McGraw

Hill,

.1996

K. .2

G.

Budinski

and

M.

K.

Budinski,

Engineering

Materials:

Properties

and

Selection,

7th

Edition,

Prentice

Hall,

.2002

ت - ا - ب - خ - ج - ه

- مطالورژی

به

عنوان

صنعت

مادر

حدود

-6

7

هزار

سال

پیش

شكل

گرفت.

- مس

اولین

فلزی

بود

که
به
ا صورت
ن خالص
و استخراج
شد.

ع
م
و
ا
د
م
ه
ن
د
س
ی

فلزات:

- رسانای خوب حرارت
- شکلپذیر به)

9
الکتریسیته

دليل
پيوند
ف
براميکهال

م بيوند هاي
کووالانس

ا

يونى

همچنان

لتمنى

مهظومت

هرارتى

پيشرده

پليمرها

چگالى

قليلكيل

ھيلهيت

استحکام

لتعطیل فھيئي

برقوقومت

په

طويل

ترك

هدایت

گرمایي

هدایت

الكتريكي

عدم

•

انتقال
نور
فیشترین
لکاربرد
ز در
ا مهندسی
ت
آ
ه
ن
ی

چُدنهای:
آلیاژهای آهن-
کربن با کمتر از %2 کربن • چُدن سفید • چُدنهای گرافیتی • چُدن

خاکستری
چُدن
ساکتیل
ر (نشکن)
▪ چُدن
مالیلیل
ی(چکشخوار)
فولادها:

آلیاژهای
آهن-

- گُربن
- بلقاوومت
- بیٹلیزین
- انعطافپذیری

%
گم

- کوپلاؤمت
- شیلهایان
- کلایق
- کمیان

استهنا آلیاژ

• نیزگی

لتک رو سرامیکها
• لیتلانا

هستند

(در

ساخت

انزیستورها،

یکسو
کنند
کو،
ا (ها)
ر
ب
ر
د
س
ر
ا
م
ی
ک

- مصالح ساختمانی
- شیشهای و شیشهای هوشمند
- سایندها
- متنهای ابزار

برش
سیمانها
پیسرامیکهای
لپوشش
پیوسرامیکها
فیلترها
کاتالیستها
الکتروسرامیکها

۱

- مقاومت دمایی
- تُرد در دمای زیر صفر
- شکلپذیر در دمای بالا متلاشی
- کم در دمای خیلی بالا

چگال
عایق
م جریان
قیابیداری
ا شیمیایی

ی در
س نمای
ه محیط

س

ه

م

ا

د

ه

ا

ص

ل

ی

ویژگی	سرامیک	فلز	پلیمر
سختی	بسیار بالا متوسط	متوفی	کم
مدول الاستیسیته بالا	متوفی	بالا	پایین
استحکام در دمای بالا	بالا	بالا	پایین
انبساط حرارتی	کم	متوفی	زیاد

شکلپذیری	کم	زیاد	زیاد
که مقاومت به خوبی‌گیر بالابسته به نوع تا زیاد	متوسط	متوسط	متوسط
مقاومت به سایش رلا	کم	متوسط	کم
پیسانایی الکتریکی کم	بسیار بالا	بسیار بالا	بسیار کم
و	بالا	بالا	بالا
زرسانایی حرارتی کم	بسیار کم	بسیار بالا	بسیار بالا
ی			
ت			

• اجزاء مواد کامپوزیتی از نظر شکل و ترکیب شیمیایی متفاوت هستند.

• اجزاء در یکدیگر

حل
نمیشوند
(مح م).
میشوو).

ایجاد
موادی
با
خواص
جدید.

دارای
خواص

- یهقنهادیها
 - نیمهایت
 - پیکستن
 - لجهلار
- اولیه هوشمند
- مواد
 - نانو

ك ر ح ح س س ا س ا ب د ن ح ش و د ۲

حافظه

شكلی

م سرامیک

ح پیزوالکتریک

مواد

ر مغناطیسی

ه مواد

الکترو/

مغناطیسی

ی

ا

ص

ل

ی

ع

ل

م

م

ا

د

• فرایند

• ساختار

• خواص

• کارایی

م م ب ب ر ر و و ح ح ر ر ا ا ت ت

• علم مواد

به
بررسی
ترتیبات
أ بین
ثچهار
یعنصر
میپردازد:

فساخтар

تابعی

از

فرایند

کساخت

اسن.

دعملکرد

متابعی

از

خویژگیهای

نماده

است.

درای

مثال

لأثير

فروایند

ور

ساخтарام

ویزگ

ملکرد

چابر

نور

عی

پیش

م

و یک

قرص

د تکلور

؟

شفاف

برایک

موهقیت

به چند بلوری

عنوانه کدر

مهندس، یک

بایقدص

اطلاعات بلوری

در کاوه‌ا

سلختار

۹

ویژگیهای

مواد

A high degree of regularity in the primary feature that makes some liquids. A liquid has a repeating pattern.

پرایند
جواخت
جیلی
استیابی
عملکرد
بهتر
داشته باشیم



نام	مشخصی ساختاری
10 ⁻¹³	نمک اسماقی
10 ⁻¹¹	نمک اسرائی
10 ⁻⁹	نمک اگریسانی (آتشکاهی)
10 ⁻⁸	نمک ابریکول (چاهه) و آشکاه
10 ⁻⁷	نمک از زیر زمین
10 ⁻⁶	نمک از سطح زمین
10 ⁻⁵ ± 10 ⁻³	نمک از آب
10 ⁻⁴ ± 10 ⁻²	نمک از معدن
10 ⁻³ ± 10 ⁻¹	نمک از معدن

حـ سـ اـ سـ تـ بـ هـ رـ زـ سـ اـ خـ تـ رـ

خواص
غير

- حساس:
- دانسيته
 - مدول

یانگ

ضریب

| انبساط

نحرارتی

و گرمای

| ویژه

خواص

حساسیت

استحکام

و تسلیم

! استحکام

صیغه

۳ شکلپذیری

و چرمگی

| شکست

و استحکام

خستگی

امکانیکام

الکتریکی

حرارتی

مغناطیسی

نوری

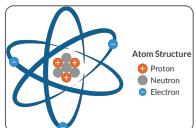
استهلاکی



س - خ - ت - د - ت - م - ي

atom:

- پروتون (مثبت)
- نوترون (خنثى)
- الکترون (منفی)



نمایش
ساخтар

ستهای از	سوزد
اتمی	خ)
ت	:
ر تعداد	عدد
پروتونها	جرمی
ل عدد	ت
ک جرمی	(ر :
ن پروتونها	و تعداد
+ نوترونها	نوترونها
واگتس	و اگتس :
(n)	• تعداد
• الكترونهای	لذیه
• آنونگادرو	آنونگادرو
• تعیینکننده	تعیینکننده
خواص	خواص
بیشیمیایی	بیشیمیایی

د

س

ت

ه

ب

ر

س

س

و

ل

ن

س

خ

ب

و



کاتیون د

ستمایل

تیه

جذب ه

الکترون

(الکترونگاتیو)

ب مثل

نافلزات

تمایل ب

سنه

از ا

سدست

دادن و

الکترون

(الکترویوزیتیو)

ل مثل

فلزات ا

ن نوع

سی

بی

خ ۳

ش شبه فلز

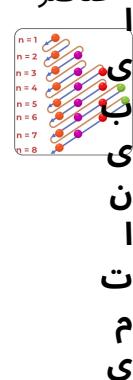
د ۰,۵

و ۰,۶

نافلز

ن	نوع
	سی
فلز	بی
	خ ۳
ش شبه فلز	د ۰,۵
	و ۰,۶
نافلز	

پول گاز نجیب	8
تناولی	9
اساس	و
چیدمان:	ن
ارایش	د
الکترونی	ه
عناصر	ي

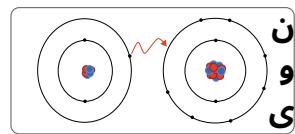


- پیوندهای اولیه (اصلی) (پیوند قوی)
- پیوندهای ثانویه (فرعن)

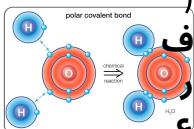
(ب) نسبتاً ضعیف: دنده دهای ایلی (پ) صلی (پ) (پ) پی

ب - جاذبهای

میکرونی
مشکووالانس
فلزی



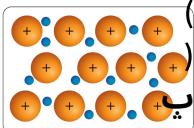
ه



ر

ع

ي



ي

پیوند قدرتمند

کی

ع در
ی فلزات
فه

آلیاژها

مشخصه:

الكترون

• آزادروالس

مدل هیدروژن

"دریای الكترون"

آزاد/

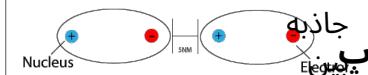
ماهی

غیرجهتدار

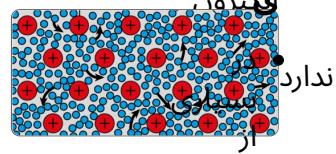
• عامل

اتد

van der Waals Forces



نکته و آزاد
درو
پیوندها
علاق
و
بار
لشترات
لکترون



نکته امیکها
و 1:

در ترکیباتی

ملک

در ملتمل

الکترون

آزاد، الکترونگاتیو
الکترونها

آزاییک

به الکتروبوزیتیو
اتمهایند

مشخ انص
اللّققال
ندار و
هفته

جُو:و
الكترونهاي
غيلالكترونها
ماهيه فالانس

باقيمانهه دار
عوامل
اتصاله سته
ا تم و جاذبه

نللکتيل واستاتيكي
هسيته هاي
يونونهاي
وا مثبت

بل و
خلطفى
ي متبغض
وا فلزخت

میثلاهندده
كمعابيق
درالقططون
دريلهه
الكلالوفنت

شناورنده بخدم
نافلر قابلية

تغییر
شیکل
پیلوستیک
عیقاطیت
و المکلزنکی
نیسیلن
دکم
لارایش
گالالت
و
بلندلی
و
میدهدمتوسط
یونیفر
چه
ن اختلاف
سلکترونگاتیو
ی (فلز)
غیرفلز)
• بیشتر
الماهد؛
بیولیکون
یونی
فولیلیسوم
• یلن
انوژری
بیوند
فیلستر

اہ
یا



بین

و هندروژن

کاربُر

تریک

گغیر

فلز

مشخصه:

شراکت

پل

الکترونها

ماهیگی

و جهتدار

منعامل

اتصال:

کنزدیک

و شدن

و دو

ا هسته

موجب

ل ایجاد

ا اربیتال

ن الکترونی

س بعدید

ی شامل

• الکترونها

• تردیکت

شراکت

چداشته

شخواری

مشهیف
مید سختی
پلهمیار
کوفیلات
(المامو نامتفارن)

ن گودن
بیسموت اشکل
اریتالهانقطه

قوربت

پیوندلر

ن بیلچ

لتقیق

د لکتریکی
(بره تمام)

جهلت

ل لیکترولون

نیستینیا بد

پیوند



ماننیه

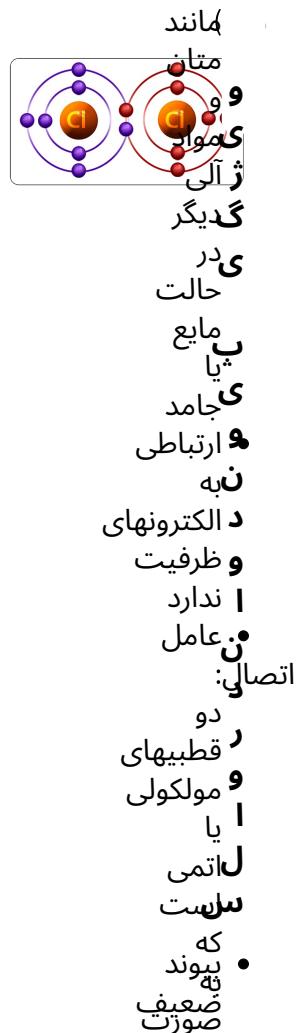
آرگون دما

نئون و

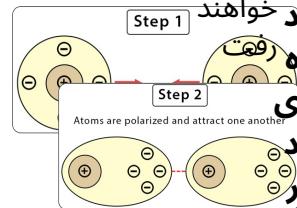
بلژری

و پلکولهای

پلیدار



دلئم
لیلر
پلروقفلشنات
کی بھارتن
و لزجود
میایند بین



و
ژ
ن
ی

• در
مولکولهای
غیر
آل
(مانند
آب)

و
آل
(مانند
(DNA

عامل
انه :

و همراه

گشدن

ژ هیدروژن

گها

ی بکی

از

عناصر

پ با

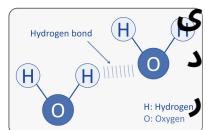
کلترونگاتیوی

و بالا

ن (اکسیژن،

نیتروژن،

فلوئور)



- پیوند ضعیف در

اثر

ارتعاشات

پیحرارتی

کاز

و بین

نخواهند

د رفت

۵

۱

۵

۴

۳

۲

۱

۰

(۱)

۱

۲

۳

۴

۵

۶

۷

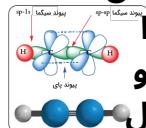
۸

۹

۱۰

۱۱

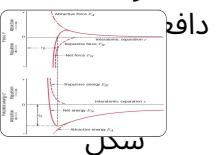
ا در
ن بسیاری
از
مولکول،
پیوندهای
بین
یاتمی
گ ترکیبی
و از
ن پیوندهای
د اولیه
با
خ ثانویه
اسن
ل



- منحنی تغییرات نیروی بین اتمی و انرژی

پتاند)

بر ا حسب
نفاصله ر بین
ژ اتمی می با
می نزدیک
ی شدن دو
و اتم ن به
د هم بدو
خ نوع شنیدروی
د بین اتمی و
(جاده گم و



سفل میگیرد.
• نیروی جاذبه:

وابسته
به
ا نوع
ن پیوند
ر اتمی
ژ از
ی نیروی
ب بین
ی مراکز
ی با
و بار
ن مثبت
د و
ب منفی
اسخ.
م ثب روى
د افع هن
هم پوشانی
و الکترون های
م لایه
نکته: آخر
م هکترين
م مثل خاصه
م منزديك
انزليجن
پيوند، دو
انقطع

لـفـيـلـيمـش

مـيـاـنـهـيـرـهـيـ	اسـهـاـنـهـيـرـهـيـ	نـيـروـيـ	اـسـهـاـنـهـيـرـهـيـ	مـيـاـنـهـيـرـهـيـ
حـالـصـنـعـيـ	حـالـصـنـعـيـ	حـالـصـنـعـيـ	حـالـصـنـعـيـ	حـالـصـنـعـيـ
وـتـفـاصـلـهـيـ	وـتـفـاصـلـهـيـ	وـتـفـاصـلـهـيـ	وـتـفـاصـلـهـيـ	وـتـفـاصـلـهـيـ
فـيـاـنـهـيـ	فـيـاـنـهـيـ	فـيـاـنـهـيـ	فـيـاـنـهـيـ	فـيـاـنـهـيـ
تعـادـلـهـيـ	تعـادـلـهـيـ	تعـادـلـهـيـ	تعـادـلـهـيـ	تعـادـلـهـيـ
اسـلـلـثـرـهـيـ	اسـلـلـثـرـهـيـ	اسـلـلـثـرـهـيـ	اسـلـلـثـرـهـيـ	اسـلـلـثـرـهـيـ
نـكـتـهـيـ	نـكـتـهـيـ	نـكـتـهـيـ	نـكـتـهـيـ	نـكـتـهـيـ
استـهـنـگـامـهـيـ	استـهـنـگـامـهـيـ	استـهـنـگـامـهـيـ	استـهـنـگـامـهـيـ	استـهـنـگـامـهـيـ
فـيـزـيـوـيـ	فـيـزـيـوـيـ	فـيـزـيـوـيـ	فـيـزـيـوـيـ	فـيـزـيـوـيـ
جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ
جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ	جـمـلـهـيـ
شـودـجـدـهـيـ	شـودـجـدـهـيـ	شـودـجـدـهـيـ	شـودـجـدـهـيـ	شـودـجـدـهـيـ
آـهـمـهـنـاـهـيـ	آـهـمـهـنـاـهـيـ	آـهـمـهـنـاـهـيـ	آـهـمـهـنـاـهـيـ	آـهـمـهـنـاـهـيـ
بـارـهـيـ	بـارـهـيـ	بـارـهـيـ	بـارـهـيـ	بـارـهـيـ
قـلـكـلـيـقـنـهـيـ	قـلـكـلـيـقـنـهـيـ	قـلـكـلـيـقـنـهـيـ	قـلـكـلـيـقـنـهـيـ	قـلـكـلـيـقـنـهـيـ
بـيـوـانـلـهـيـ	بـيـوـانـلـهـيـ	بـيـوـانـلـهـيـ	بـيـوـانـلـهـيـ	بـيـوـانـلـهـيـ
استـهـرـارـهـيـ	استـهـرـارـهـيـ	استـهـرـارـهـيـ	استـهـرـارـهـيـ	استـهـرـارـهـيـ
دارـنـدـهـيـ	دارـنـدـهـيـ	دارـنـدـهـيـ	دارـنـدـهـيـ	دارـنـدـهـيـ
اـنـرـئـيـ	اـنـرـئـيـ	اـنـرـئـيـ	اـنـرـئـيـ	اـنـرـئـيـ
بـيـونـدـهـيـ	بـيـونـدـهـيـ	بـيـونـدـهـيـ	بـيـونـدـهـيـ	بـيـونـدـهـيـ
• دـمـايـهـيـ	• دـمـايـهـيـ	• دـمـايـهـيـ	• دـمـايـهـيـ	• دـمـايـهـيـ

فوایلانسی
افزایش

میباید

من مدول فلزی
ریانگ

ژوافتیاولسی
میباید

ضریب
انبساط

حرارتی
کاهش

میباید

د

ب خ ش

پ ن ج م

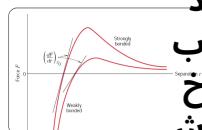
در

مقیاس

اتمی:

مقدار

مدول



میباید

من مدول فلزی
ریانگ

ژوافتیاولسی
میباید

ضریب
انبساط

حرارتی
کاهش

میباید

د

ب خ ش

پ ن ج م

در

مقیاس

اتمی:

مقدار

مدول

نگ
بعی
ف

حقوق مت

لیوند

اتمنی

در

وابر

تغییر

فاصله

تعادلی

مهاست.

مدول

یانگ

متنااسب

با

شیب

نمودار

نیروهای

بین

اتمنی

بر

حسب

فاصله

در

نقطه

تعادلی

ن
ظ
م
ا
ت
م
ی

1. بـن
نظم:

مانند
گازها

2. کـریستال:

نظم
بلند

دامنه،

عدد

همسايگـی
ثابت،

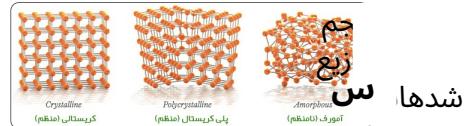
نظم
تکرار

شونده

(آرایش
پریودی)

طـی

انجام
آمورف:
سلسله
| کم
دامنه،
تعدد
| همسایگی
متغیر،
ک نظم
تا
' چند
ک فاصله
سلسله
تحفظ
میشود،
L سریع
ی سرد
کردن
کربناتیل:
مجموعه
املاحت
که بالا
با برای
نظریه لید
مفهومیت
دفلزی
تمام



شدها

گی

لتفیمال

فنتض

مرکز

اتمها،

سیستم

پنهانی

شامل

ععداد

لبادی

غتوازی بالسطح

که

شبکه

پوری

ای

تشکیل

و

میدهند
ابجاد

میشود دسته بندی

کوچک ترین

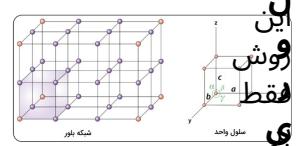
غتوازی بالسطح

تکالیفات راهای

بلیوندی

در

ام
های
جهه سکل
کیبلول
فالود
ین
آپلیکیشن
نامند
گوهد
میلنست



ل
این
روش
فقط
ی
پلیه
شعکل
شیلول
شیل
واحد
بدون
توجه
به

همقubit
لتزمیلب
اختنمالی
پلیلول
واحد
است.

زکدام
سین
یهیستم
بلوویتم
ملفتساتر
سیقیلرتم
ضیلویود
کهداگانه
شامل زا
ملطفاظن
عیکدار
عادر
گامتداد
جلخور
بع طول
فنوندار
مناید
عن
و امتداد
له محور
الاطول
پیشکار
فالافت
معروفنداز امتداد
سیکدهای
ملکولگونال
هیگزآگونال

برتوارهبلیک
و فلگوفلرال
فلونه کلینیک
میشوند فتیرنکلینیک

حالتی مکعب انگلیسی	اختصار	شکل	مکعب
ساده	SC		Simple Cubic
مرکزدار	BCC		Body Centered Cubic
را سطوح مرکزدار	FCC		Face Centered Cubic

ج
ه
ا
ت
(

جهات
و
صفحات
بلوری
در

نها
سط
ا دئمن
نہ
کام
اندیسهای
بلوری
تعريف
میگردد.
ب عموماً
بر
فیستم
هیلر
عای
اندیسگذاری
ص صفحات
ف
جهات
بلوری
استفاده
میشود.
ت
روش
تعیین
اندیسهای
جهات
 شبکه
بر

اندیسهای

بلوری

تعريف

میگردد.

عموماً

بر

فیستم

هیلر

عای

اندیسگذاری

صفحات

ف

جهات

بلوری

استفاده

میشود.

روش

تعیین

اندیسهای

جهات

شبکه

بر

مکعب

از

میدا

نیز مختصات

تعیینی

اندیسهاي

صفحات

من

دوجهت

شیوه

مکعب:

نظر

نقاط

نقاط

میشو

و تقاطع

د هوفههای

ی خواز

(نظر

لای

صرهی

ف هجهورهای

مختصات

ح

امختصات

ا ویژن

ت میشوند:

2 هولمههای

بروز مختصات

نقاط

تقاطع

نقاط مرین

د اهداد

حجورها

صوحیج

تیلدلیل
میشند
محاسبه



جهت
نئن

دکلکچکرین
برای اعتماد

و صیح
بل
تبدیل
فیویریت

د تا

ی تئانزیسهاي
(اهمیلر

میشود صفحه
نقشه

تمامیت
آجھات

همنوع
ب

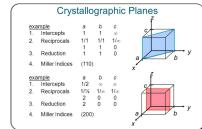
صورت
ب

خمايش
نئن

میشوند بس

وان

مثا



صحری
صفحه

ملکعب
بهانتر

شکل
به

صهرت
داده

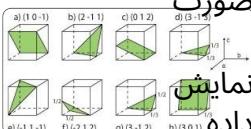
نیشتلند
گلده

میشود شامل
لچهار

تجاهات
صیفحات

است همنوع
به

صورت



میشوند.

وان
ا
مثا

ندیس

صفحات

کتابه درال

لش

مکعب

ب
شکل

لشان

لاده

گیشود

لکه

هلمل

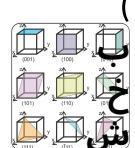
فهار

صفحه

لیدر

است

ت



ج

۱

نیز

پنجه

مهمنس

اندیس

میلر

لیک

صفحه

و

جهت

عمود

بر

اض

صفحه

نکسان

ج

هستند

ا

به

عنوان

)مثال

اندیس

وجه

مشغب

که

عمود

است
نحوی
دبار
گویی
کیس
است
و
لندیس
محور
و
نکته
نیز
مبار
اندیس
ضبل
صفحات
است
همچنین
جهات
اندیس
ور
صفحه
دورهای
اکسپریس
هکزانوئال
در

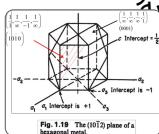


Fig. 1.19 The (1012) plane of a hexagonal prism.

اندیس
بیان

بگشود
کعب
ممواره
قصود
فلرم
آنچه
است لست
نیز
ابنجا
است ز
س
ا
ج
ت
مربوط
به شه
محور
ل
صفحه
پایه
پیستند
ف
ل
په
محور

مود

صفحه
ی ساختار
لئن بلوری
فلزات:

مالگلاب
زمینه
کنیک

ع از
تی ساختارهای

ی زیر
تیبلور

میشواد:

مکعب

است:

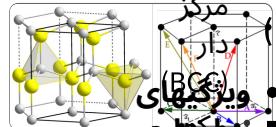
مکعب

ساده

(SC)

مکعب

C



سیستم
جوجو SC

نئن ساختاری

ویرکمیهای

مرکز

موقعیت

از : (FCC)

تلخ هگزagonال

و در فشرده

ا گونه های

تصویب مکعب

نمایش

دارند اند

و عده

همسایه بلوری

(فلزات هر

بلوری اتم

دارای



ی نزدیک

اسنجی

• مدل

عکرات

د سخت

و Hard-(

Ball S

: Model C

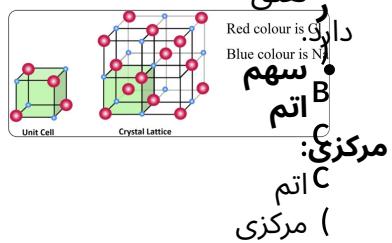
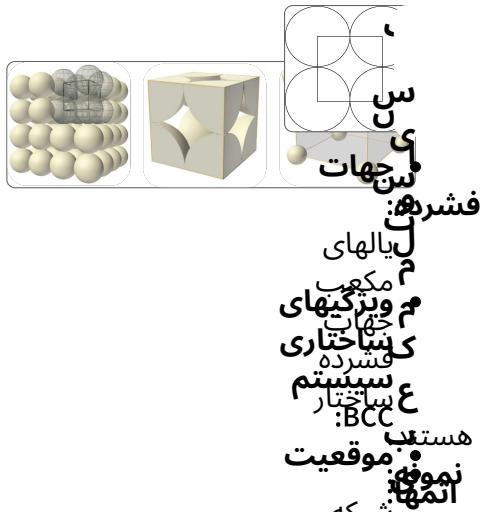
شعاع

• ضریب

پراکم کره

لتمف
: (ABE)
سرویکت
کارخانه
سلنمها
ن تپسیده
م بهجم
م همپول
اولچن
• تعیین
شبکه پگالی
اصلنجهای
ک (PRD):
م برائیکه
ر صلهجه
باشند،
ز [100]
) شبکه
د درخواهد
ا بودنیستم
: SC
)
B

تصویر: —
C سیستم
C مکعبی
(ساده



فقط

به

سهمان

گسلول

ستعلق

دارون

نم کل

نم تعداد شار

اتمه‌نی‌داخلی

: BCC

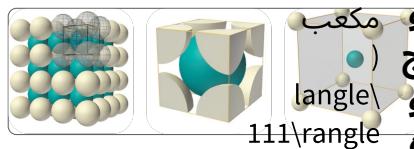
جهات

بُر

کهنه‌فات

فسرده‌گسلول

واحد، قطرهای



()

جهات

فسرده

صفحات

()

{110}

()

صفحات متراکم سوابطه عشعاع برقمنی تبا میال شبکه های اینترنت مضریب و تراکم ای اتمی (APF) ویزکیهای ساختاری سیستم ج FCC ۹۱۵ و تعداد اتمها در ر هر سلوکی هر د اتم گوشی به

۸

سلول

س تعلاق

ل مارد.

خ هر

ت اتم

در

ب مرکز

ه هر

د وجه

به

۲

سلول

ی محاور

م بیشگاهی

فیزیکالازد.

و وجود

ج کل

و صفحه

ه فیشنده

۹ در

۳ هر

ر جهیت

و سلول

و گفشدده

ز در

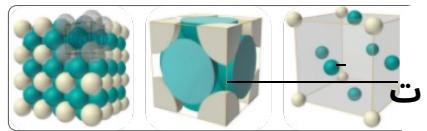
د م

صفحه

begin{rcases}

صفحه

\text{تیم}\text{team}\text{،}\text{ fract}\text{[لین]\frac{6}{8} اختار}\text{،}\text{ یک}\text{یک}\text{،}\text{ خواص}\text{خواص}\text{،}\text{ هیزیکی}\text{هیزیکی}\text{،}\text{ فنون}\text{فنون}\text{،}\text{ مانند}\text{مانند}\text{)}\text{،}\text{ \frac{1}{128}}\text{ضریب}\text{ضریب}\text{،}\text{ تغییر}\text{تغییر}\text{،}\text{ اتمی}\text{اتمی}\text{،}\text{ اتشکل}\text{اشکل}\text{،}\text{ \end{rcases}}\text{با}\text{،}\text{ شترین}\text{شترین}\text{،}\text{ حکای}\text{حکای}\text{،}\text{ سفهای}\text{سفهای}\text{،}\text{ ور}\text{ور}\text{،}\text{ ج}\text{ج}\text{،}\text{ اف}\text{اف}\text{،}\text{ اختار}\text{اختار}\text{،}\text{ AFP}\text{ AFP}\text{،}\text{ اختصار}\text{اختصار}\text{،}\text{ Atomic}\text{Atomic}\text{،}\text{ م}\text{م}\text{،}\text{ Packing}\text{Packing}\text{،}\text{ مثالی}\text{مثالی}\text{،}\text{ Factor}\text{Factor}\text{،}\text{ سو}\text{سو}\text{،}\text{ الومینیوم}\text{الومینیوم}\text{،}\text{ Al}\text{Al}\text{،}\text{ خ}\text{خ}\text{،}\text{ PPD}\text{PPD}[100]\text{،}\text{ ن}\text{ن}\text{،}\text{ Cu}\text{Cu}\text{،}\text{ Plane}\text{Plane}\text{،}\text{ طلا}\text{طلا}\text{،}\text{ Packing}\text{Packing}\text{،}\text{ Au}\text{Au}\text{،}\text{ (Density)\text{،}}



ت
ر
من تعداد
ی اتمها
ب در
سلول
ج واحد:
ی

د طول
م لبه
ا سلول:

ن

د $\sqrt{ }$

د حجم
ساقم:

$- \sqrt{ }$ ا -

خ حجم
تعسلول
ا واحد:

ر

F

$$\frac{-\sqrt{ } - C}{C}$$



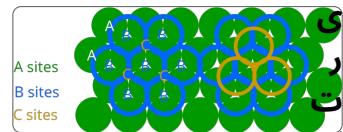
تولی

ت

بعدی:

ا دو

ک



A sites

B sites

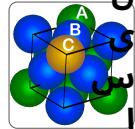
C sites

سلول

م واحد

: FCC

ل



خ

ت

ا

ر

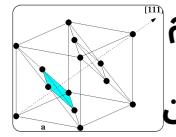
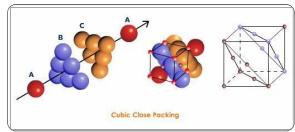
F

C

C

•

ن - خ - س - د - د - ن - ه - ن - ف - ن - ه - د - د - ن - ه - ن - ه -



س

ل

ح

متوالی

ا چیدمان

ر متوالی

صفحات

ه اتمها:

ABCABCABC

تصویر

مربوطه ا

گ

و

ن

ل

ف

ش

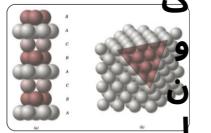
ر

د

ه

(

H



می در

ساختار

HCP

| اتمهای

صفحه

| بالای

فیصلولی

| دقیقاً

سری

| اتمهای

صفحه

خ

| بایینی

ت

| قرار

| دارد.

اما

H اتمهای

C صفحه

P میانی

در صفحه

• موضعیت

قاعدۀ

منفاوی

تولایی

چید، م بیشترین

قابوگانی

ا تطليش

ی لسه بعدی

رسو

دوبعدی مشابه

(تصاویر صفحه

لش

لکن با بط رال

| در

خ

نیستیت دارای

ا لطفاً

ر جهت

ه فشورده

اسه وجود

ه خدله

کنید همسایگی

ضدرب

تراتم

آلوں

: HCP ۹

طبیعیهای

۱۲۵

: HCP اسے

• تقدیم

• تقدیم

شباهت اتمها

عوهد

همسای نسلیان

قولج

:HGB

- د برابر

- .12 ر

ضریب تراکم

اتمی:

هر

دو

| برابر

.074 ن

ضریب

فtraکم

صفحهای ح

در

| صفحات ت

فسرده:

)

S

T

A

تفاوتها

توالی C

چیدمان K

FCC:

...ABCABC

HCP:^م

...ABAB^ق

نکته^ا

A^ب

B^ج

چالیجایی^ه

عرضی^و

بر^ز

یک^ر

ار^ت

صفحات^ص

کشیده^ن

مشهودی^م

لساختر^ش

لتواں^و

ن^ن

از چیدمان^ل

دیگر صفحات^م

کامی^ه

نم^ن

ی^ی

پایه^م

پایه^ن

لغایر^ن

تای^ت

دهد^خ

ننایپوسته^ن

باشد.^د

مثال:^ا

تبدیل
توالی
ABCAB...
ای
.ABCA...CABA
متناواع
نقصها:
ذائقی
سین
لتحذف
بخشی
واز
پیک
صفحه
فسرده
ایجاد
میشود.
عارضی
تبا
ران اند
ف
لساختار
ز
ی

تعداد اتم هم‌مسایک عدد جهات متراکم صفحات متراکم فضایلیان متر nm^{-3}	در سلول واحد	رابطه ش	تعداد اتم هم‌مسایک عدد جهات متراکم صفحات متراکم فضایلیان متر nm^{-3}	لساختار	
(a)	0.52		6	1	
			Body-centered Cubic	Hexagonal Close-packed	Face-centered

		((BCC	((HCP	(Cubic (FCC	مید
✓	0.68				ا
✓	0.74	آهن پتھر C°911.5 1396 و (C°1538	منیزیم (Mg)	نیومینیوم (Al)	د
✓	0.74	تیتانیوم البین 1882 (C°1670	روی (Zn)	مس (Cu)	زهش ع
		تنگستن (W)	کادمیوم (Cd)	نقره (Ag)	اع
		وانادیوم (V)	زیرکونیوم پتھر (C°863	طلاء (Au)	تم
		مولیبدن (Mo)	بریلیوم (Be)	نیکل (Ni)	ب
		فلزات قلی Li, Na, K, Rb, (Cs		سرپ (Pb)	ر خ ا
		کروم (Cr)		پلاتین (Pt)	ز ف
				لامپ امکانپذیر	ل

ا د
م م

م استحاله ح آلوتروبیک

س	ب	ه	د	ن	س	ت	ه	ت
الومینیوم	ب	کادمیوم	کروم	مس	ت	طلا	آهن	سرب
مولیبدن	ف	نیکل	پلاتین	نانالوم	س	کالت	ن	ضیحات
0.1363	BCC	0.1246	FCC	0.1387	FCC	0.1445	FCC	0.1430
0.1431	FCC	0.1490	HCP	0.1249	BCC	0.1253	HCP	0.1278
فلز	ساختار کریستالی	فلز	ساختار کریستالی	فلز	ساختار کریستالی	فلز	ساختار کریستالی	فلز
(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)	(nm)

ضیحات بی

۱۹

د نانومتر
(nm)

که رابر
فها

ل ز متر
است.

برای

تبدیل

به

م^ج

کلیا (Å)

سونقدار

پنلتومتر

متغیرها را

در

10

تعداد

کنین اتمها

سی در

سلول

ت واحد

۴

ت

کیوزن

و اتمی

(g/mol) ر

می

ک

ب حجم

سلول

، واحد

)

نـ اـ بـ

عـ عـ دـ

آـ آـ وـ گـ اـ دـ رـ

سـ سـ

دادهـ هـ

سـ اـ خـ تـ اـ

بـ لـ وـ رـ يـ

FCC

دـ

(4

كـ اـ تـ مـ

(ـ دـ رـ

Aـ سـ لـ وـ لـ

(ـ وـ اـ لـ

وزـ نـ

اـ تـ مـ يـ

63.55ـ O

g/molـ T

شعـ اـ عـ

Rـ

اـ تـ مـ يـ

0.128ـ P

nmـ

محـ اـ سـ بـ اـ فـ

پارامتر

تعریفی ش

ل اگر

خواص

یک ✓

ماده

مستقل

• لینیشترا

• جهات

باشد مهندسی
متغیر

واحدهای
لیکریستال

لستند

همسانگرد

(Isotropic) لور

دوقته

میشود آن

یک

لیکریستال

دانلیسیون، این

صورت اگر

واینها

نیاه همسانگرد

(Anisotropic) لور

نکته: است تصادفی

ویژگیها در اینسته

متغیر لیکریستال

بار فیمیلیاگُ

بشقراھل

م ملدهو لاً

دابتعیتھ

واقفهورت

انجهشانگرد

له طوپرلەدە

ھیستقطلیل

و خودا

نوفصھوادگى

س

و

فھھالاعسلە

کاتمها

لور

ی بجهنلت

واقعىت مختلف

ھ متفاوت

است.

م مثال

E در

L بلور

:BCC A

فاصلە

T اتمها

I در

C سە

جهت

اً : ا

ع - √

و - √

ي - √

ه - √

رابطهٔ

ر - ب

ر - ت

متغیرها

مس

ت

ح تنش

(Stress)

م -

ف - مدول

الاستیسیته

ل -

ز -

کرنش

(Strain)

نیال
نقاومت

لهمسانگردی

مکانیکی؛
نقصهای

بلوری آهن

مقومت

BCC)
مواعیل

D بلوریک

I اکسیک

تابع

S جهت

L طویلش

اسه قابل

C توجهی

A تحت

T اثایر

فرار

I دلیل میدهد.

O هر جاذبه

N نویه

S نیشتر

۳۳)

شهاhtar

فشرده تعزیفی

(ماهی دمول

مفهوم: الاستئمی

نقطه ناوهجاين
لیقصهای
ا چهالت
ن ینیقشتن
اسو یونقصهای
صفحهای اساختار
ع بلوتواند
ن تلشاخته
ا فیلادوود
ب کو
ب ووچر
ه بخواص
ت گلکلینیک
ه مارده
ج چلشفلان
1. ناوهجاين
باشد و نظر
لیهای
د شمهای دیدی
Edge)
نقصها: Dislocation
• بقصهای
نقطهای تکور
ایرور
میشود شامل
نوع خابجاين
اتمهای تک
صفحة
حقرهها
از
اتمهای
ناخالصیهای
به بینابینی

اد طور
نقصهای
خ م به
فدرولول
ا نلهجا یها
(Dislocation) ۵
میشود شده
م نقصهای
صفحهای باعث
لطفاً
' نقصهای
ت پظیم مان
صفحات بلوری
میشوند و گانگهای
مکانیکی تصویر
مرتبه
د مرزهای
ا دلنقرس
نیست.
ت لطفاً
ه در
صورت
وجود
اضافه
کنید
۴ نابهجا ی
د پیچ

Screw)
(Dislocation
تَهْكِ
نَخْطَ
يُلْكَنْ
تَاتِمَهَا
بُلْ
يُبَكْ
جَهْتَ
يُخَاصَ
بِهِ
نَحْوِي R
جَابِجَا G
شَدَهَ E
كَهَ E
يُكَ R
شَكَلَ S
بِيجَ S
مَانَندَ E
درَ C
سَاخْتَارَ T
بَلْوَرِي F
أَيْجَادَ S
مِيكَنْ R
6) تصویر
تعریف:
لابدازی

کفی ترس
نید سیلیان
سلیمانا

لایه هیته
هجاییها خ تصویرت
تجویه مان
ا اتمه لاه
کنید بر

متغیرها⁷ نلیه جای
• ظهله واط
Mixed)

کنندگان
میدهله قنشی
ویزکیه ارسیم

و بودار

ر بونگز

لیلیه های

لیلیه هایها

۱ وابسته

. لیسچن

اسنیشیات

اثوراده

هجاییها خ ساختارهای
• نلیه هایها
مختلف لایه هایها
لیلیه هایها
و هستند

مثا بجهتهای
 ملتفتی
 فلزار جکاهش
میتواند
مربوط باشد
 میشوند
 میتوانند
 نیسنه نانه
جی هایها
 این طبق
میتوانند
میتوانند
میشود که
 این اوضاع
 کنید و می
 نه میشود
چن تحریف:
لر ر
نطه لیت
 ساختگی و نجر
و **و**
ک **ک**
(Hard) **و**
شکله **و**

میشود	مقدار	ویژگی
تعداد اتم در سلول واحد		میشود
دار عدد همسایگی	6	

عداد جهات متراکم

تعریف. عدد صفحات متراکم

متراکم فضایی 0.52

بلغ اتمی و
ج
ت

متراکم

سطله اتمی:

سطله 0.52

واجه زابطه

ک شعاع

بلغ اتمی

بلطفزایش

دینسیته

نابهجهایها

م میتواند

ر منجر

ک به

ذ افزایش

د استحکام

ا ماده

شود،

(زیرا

B حرکت

نابهجهایها

با
یکدیگر
ج باعث
د کاهش
و تعریف:
ل کلی
و آیها
پیاشنود:

آتمها

ز در

گوشتهای
کمکعب

و

سینکر

ا آن

خ قرار

دارند

م جهات

و فشرده:

ر

B

C (تعداد:

(4 C

ویژگی	مقدار
تعداد اتم در سلول واحد	2
عدد همسایگی	8

عداد جهات متراکم
عداد صفحات متراکم (صفحه)
متراکم فضایی
جای اتمی و و

لیراکندگی اتمی

:a ر ب

و طیراکندگی اتمی: ب

۵ B C C

• رابطه شعاع اتمی

:a

س
-

ا

خ
-

ضريب
-

تراكم
-

اتمي
-

ر
-

م

-

ع
-

ب

غيراكندگی
-

صفحهای
-

ا

و

ج
-

و
-

ه

ه
-

م

ر
-

ک

ز
-

د

و تعریف:

فر

این

ساختار،

اتمها

و در

لگوشها

و

مرکز F

هر C

وجه C

مکعب

و این

دارند شعاع

و لجه

فسرده: a

(تعداد:

کل اکنده⁶
جـ هـ مـ حـ جـات
دـ متراکم:

و

ملـ (تعدادـان

وـ⁽⁴⁾ صـ فـ حـ اـ تـ

مـیـ تـراـکـمـ ...ABCABC

ژـ اـ تمـیـ 0.74

گـ

یـ

سـ

اـ

خـ

تـ

اـ

رـ

Fـ

Cـ

Cـ

ویژگی	مقدار
تعداد اتم در سلول واحد	4
عدد همسایگی	12

عداد جهات متراکم
عداد صفحات متراکم (صفحه)
متراکم فضایی
میان اتمی و a
لیراکندگی اتمی

م ب ر ب ط ب ه F C C

• ضریب
متراکم
اتمی
(APF)

بـ کـ دـ گـ یـ صـ فـ حـ هـ

) C F C D) P P)

ل - ن و گ ا ز گ ه ر - ت خ - ا س ی ر و آ د ی $\sqrt{ا}$

وں یہیں کیا ہے؟

کیا ہے؟

وں یہیں کیا ہے؟

مختصر تعریف:

در

این

ساختا،

H اتمها

C در

P سه

• **لطفحات**

لتراکم:

چیدمان

ABAB...
لعداد:

فہار

دارند تراکم

• **انھائی**

فیشردہ:

0.74

رابطه
شعاع
جاتمداد:

(و) د و a ل و ۹

پیراکندگی
ژاتمنی: گی

س - خ - ت - ر - H - C - P

ویژگی	مقدار
تعداد اتم در سلول واحد	6
عدد همسایگی	12

عداد جهات متراکم	
1)	م عدد صفحات متراکم صفحه)
0.74	ا تراکم فضایی
	ع اتمی و a
	س
	بیراکندگی اتمی
	س
	ی
	س
	ت
	م

F
C
C
و
H
C
P

• عدد
همسايگى:

ضریب
تراکم
تلتامن:
ف
0.74

پراکندگی
و صفحهای:
ت
0.92

د
ر
ج
ی
د
م
ن
ص
ف
ح
ا
ت

چیدمان
صفحات:
•
FCC: •
...ABCABC

HCP:

...ABAB

ف

ساخтарها

تم

نظر

عدد

مسایگیم

ضریب

تراکم

اتمن،

س

پردازندگی

صفحهای

هشابه

هستندا

لما

لس

جیدمان

صفحات

ت

و

ویژگیهای

لتاختاری

لهاوتهاهیں

وارند

که

میتواند

بگذارد
لاینیر
مواد
پریکس
واص

ت

فرمول

زمومس

برای

محاسبه

دانسیته

تئوریک

به

صورت

ویر

استل

د

—

ن

س

ی

ت

۵

• مركب احادي

ي تعداد
اتمها

م سلول
(واحد

F C :

C وزن
(اتمي

(g/mol) • تعداد

• اتم
ذر

ستهول
واحد سلول

واحد
وزن

• اتمي:

63.55

g/mol

م^۲ بشاع

اتم^۱ حگدر

رو^{۰۹۴۲۹} ا

س^۱ nm

(۱) ب

nm^۰ ه

د^۷

ا^۱

(cm^۰ فن

حجم سیلول

واحد^۱

ت

: ۵

تبرای

، FCC^۱

و^۹

ر^۱ √

ی^۱:

ک^۱

م^۱

س^۱

فرمول

نستیته
تئوریه
ن
ا

 $\sqrt{5}$
نتیجه ن
س
ا
ن
گ
ر
د
ی

خواص
فیزیکی
بلورها
معمولًاً
به
جهت
بلوری
وابسته
است.

در
ساختار
, BCC

باصل

من

پ

جهات

مختلف

متفاوت

است،

پلیکریستالها

(Polycrystalline) منحر

هوادی

جیوه اخند

کیزیکی

متفاوت

دانه های

مختلف

مجھان

کریستال

میشود تشکیل

شد هاند.

هر

دانه،

یک

کریستال

تک

است

و

این

دانه ها

9

گرفتهاند
های
که
یک
متفاوتی
هزگیهای
ولیل
به
للاختارها
این
ی
ل
و
م
س
—
خ
ه
درون
فناوه
قرار
گرفتهاند
سادفی²
ور

نه

نم

پیشگر

دارند

میتوانند

گواص

پیشواعی

لیز

پیور

گیلان

دهند

د

ه

س

میخواست

باید

که

س

ناهمسانگردي:

خواصی
از 3
یک ز
ماده
د که
کیله
و

م جهت
یکریستالها بلوری
وابسته

ل اس دلیل

همسانگردي:

ستروافونی
دانه های تیه

که لعمولاً

ستروافونی

ی همسانگردي

دارن مشابه

اس س مدول

) الاستیسیته

میتواند E

در L

جهات A

مختلف S

بلور T

متفاوت

فـي الـهـرـدـيـهـ

مـدـوـلـ

الـاسـتـيـسـيـتـهـ

وابـطـهـ

يـنـ

تشـ

كـرـنـشـ

وـلـانـ

ميـكـنـدـاـ

ـلـ

ـ اـ

ـ سـ

ـ تـ

١

جـ ٤

بـ اـ

— ٥ —

مـ :
سـ نـ شـ

ـ ٦ـ

نـ :
مـ دـ اـ لـ اـ سـ تـ يـ

ـ ٧ـ

كـ مـ كـ رـ نـ شـ

ـ ٨ـ

ـ اـ

ـ نـ

ـ كـ

ـ دـ

ـ رـ

سی سی ت

باہن

ساختار
:BCC

د

و

ل ا ل

س ت

سی س

جدول
الاستيسيته

ر عی حیثیت

ساختار
 چند
 یا
 دو
 وجود
 به اتمی پلیمورفی
 بیشتر
 بجاذبه
 کلیل
 بیشتر
 اوت
 بیشتر
 فشردهتر
 درجهات
 ادول
 الاستیسیته

یستالی
ختلف
مای
یش
لماهه
اشاره
دارد ب

ر
ا
ی
پ
ل
ی

آهن
میتواند
به
صورتهای
 مختلفی
مانند
آهن
آلفا،
 بتا،
 گاما

و

9

جود

شته

6 شد

ده

هندام

أيزيغيهای

مختلفی

دارندی

ر

د

۲

ب

-

ح

ر

ن

ه

ـ

خ

ل

ص

ساختار
FCC
تاز
غ ساختار
ي BCC
ي متراكمتر
است.

چ چگالی
اهن
ج کاما
م (FCC)
د بیشتر
ر از
آ آهن
ه آلفا

ن و
گ دلتا
(BCC) ا
م

ب ه آ ل ف

7 دیل

من

گاما

لله

هن

الفا

س

بیتا

ه

لفوايش

غم

چمراه

است

ی

ر

د

ج

ح

،

ا

ت

س

ح

ت

س

نیویورکی ملک

چال احل

محاسبه

تغییر

جم

دی

استحاله

آلوتروپی.

ب

د محاسبه

تعداد

لامهای

ساختار

اولیه

۹

نهایی.

مقاييسه
حجم
8 ساختار
أوليه
نهائيه

برامجي حاسبه

تنغير

BC

حجي

---: ECE

ي

)

يا

N

E

A

R

D

E

N

S

I

نے وہ آئی ۔ رجی طخی ل ۔ اتمی نچیں گی خاطری پر گالی پر

نے وہ آئی ۔ رجی طخی ل ۔ اتمی نچیں گی خاطری پر گالی پر

جگہت
:[110]

ل
ی
ص
ف
ح
ہ

)
P
L
A
N
A
R
D
E
N

۲

س

جگالی

صفحهای

تی

صفحه
(100)

در

اون

:) BCC

ص

ف

ح

ه

)

1

0

0

(

د

۸۷۵

د - ۷۶۰ هـ ۳۳ دی صفا

) ۱ ۱ ۱ (د

۱
۰
. ع د د ۵

چگالی سصفهای س

۱

ع گ

۱

)

C

O

O

R

D

I

N

A

دیجیتال همکاری

عدد

مسایگی

تعداد

بزدیکترین

پس

اتمهای

همساي

ي

يگي

اتمی

عدد

همسايگ

ميتواند

شامل

فضاهای
خالی

غادیر
ختلف
۱ نند
.۱
.۲
ف
ڪ
.۶
۸
۹
۱۲ باشدی
خ
ا
ل
ي
)
۷
۰
۱
D
S
(

اختارهای
بریستال ۱

فضاهای ۲

. هشتوجھی

ن ۹

چهاروجھق

ا

ي

ص

ک

ر

ي

س

ت

ا

ل

ي

نقایص
کریستالی

بر

خواص

ماده

تأثیرگذار

. هستند

د د د د د د د د د د

ی ل - ت س ی ر ک ص ی - ق ن ی ل ک ه ت س

نقایص
کریستالی
فیا
صیاختاری:
ل تمام
نقاط
 شبکه
: توسط
ناتمهها
ق اشغال
شد ها بد.

• کریستالهای
کواقعی:
ص نقاط
ک شبکه
، ممکن
، است
ک بینظم
باشیں
ت
ا
ل
ی

س و ا ل ا ت ک ل د د ی

- مکانیسم
انجام
چیست؟
- انواع
نقائص
چیست؟
- عیوب
بر
خواص
چه
اثری
دارند؟

آیا
میتوان
د آنها
س
تکنرول
ه کرد؟
• آیا
ک عیوب
مطلوب
هستند؟
ی
س
ت
ا
ل

1. کریستالهای
کامل
یا
ایدهآل:
2. تمام
نقاط
شبکه
در
سلول
واحد

توسط
اتمها
م اشغال
کشده
اسک.

ن کریستالهای واقعی:

س نقاط

شبکه

د چار

| بینظمی

ن موضعی

ج در

م چیدمان

| اتمها

میشوند.

که

• **شیامل**

بینظمیها

هرحله

استغنوان

جوانه‌زنی

قیباخته

رشد

میشوند.

جوانه
در
نهایت.

ا س ا ب ا ل ا ت ا س ا ر ا ب ا ک ا ب ا و

مرز
دانهای
طین
بکریستالها
قیبا
ھ چگالی
کمتر
تشکیل ع
میشود.

ب. ذب بذبی. ۱. بذبی.

۱. عیوب خ صفر و بعدی ا مانند ص بای خالی، ۹ اتم بیننشیل، د اتم جانشینی.
۲. خیوص مکانیکی زی بعده بعده

(جیھولندا)
للنتحکام
نابجا | آلياژها
دن طيوب
و بيوود
بخشند بعدي
ع (خوافعهاي):
الكتريكي مانند
ظخرللطيبيها
دانه ميتوانند
4. هيلوبت
كئلكهريكي
صرهدى
ن (لەجەپنى):
دەق مانند
طافقاوص
نورۇم:
نقائص
ميتوانند
1. **جەلقى**
حال موج
ثوياب
يكتب
لۇمە
يار
متلىش
شبکە شده

اتم **تغییر**
بینش د **اتم**
لکه
ظرف
تفضای
تبین
امهای ع
فلز ا
قرار د
گرفته د
ل و
کمیدان
جتنش
افشاری
ایجاد
میکنند.
نقص ۳
جانشینی:
اتم
کمالمند

• پایسته
جهای
لتها
وصلی
فلز
قرار

می استفاده
لقص
شاو م رابطه
ثیوفت
ا هلواسیبه
میشنل خالی
بناییونی

— غ ۶
کاتیوپن،
در ۷
بلاورهای
یونی تعداد
بت تقطهای ۵
فرنکو خالی
ترکیب ۶
دیک
ل تعداد
ی خللنهای
والقوه
ج یک
م اتم
بیننشینی ۵
ا انرژی
اکتیواسیون
بی
خ:
ثابت

ن:

قدما

بر

حسب

صوبین

حسابه

ظلظت

تعادلی

جاهاي

مخالل‌جای

لبه‌های

یک‌مانند

سفل‌لایمتر

مکشدن

میک

درزیمصفحه

دملوی

۱۰۰۰نافی

درجه

سفل‌لایگرداد

اسبت.

دامنه‌های

زیر: آن

• بردار

برگرز : اد
ن
ا
بدر
جنايجاي
لبهائي،
يبردار
يبرگرز
پ عمود
يبر
خط
جنايجاي
ش
ي

- ناشی از حرکت یک بخش بلور نسبت به بخش دیگر.
- نابجايان

پیچشی
میتواند
راستگرد
یا
مچپگرد
باشند
ت
ن
ا
ب
ج
ا
ی
ی

لغزش:
نابجاییها
با
حرکت
خود
موجب
لغزش
سطوح
کریستال
و

تغییر
شكل
جپلاستیک
د مواد
میشووند.

لسیستم
طلغزش
بشامل
قترکیب
هجهت
للغزش
و
عصفحه
یلغزش
اسو.

ب
ک
ر
ی
س
ت
ا
ل
ی

• در
فلزات

ا - ت - م - ی

ا - ل - ن - ه

عیوب	نصص
ن	سفر بعدی نقطهای: ج
بینشین، ا	ن
ق	عیوب
لیق: لیهای، پیچشی	لیق: بعدهای
د	عیوب
دو بعدی دانهای، نقد	مرزهای
ج	عیوب
سه بعدی قازی دوم، عیوب	فازی دوم، عیوب
د	

عیوب

مرزهای

فازی دوم، عیوب

با ساختار :FCC م توالی ز چیدمان ۵ صفحات ۱ معمولاً به صورت ی ABCABC د است. و اگر قین ل توالی و به ی ABCABABABC ی تغییر کند، نهانی • اکجاد همیشود پخش بلعث همیشش انسیحکام فلز میگردد بخش دیگر

تصویر
آینهای
ن.
با
ق"دوقلویی"
ا نامیده
میشوند
میشوند
در
اثر
تغییر
م شکل
یا
عملیات
نقایص
حجمی
در رح
میدهد
مذواد
به صفحه
دو تقارن
دستینه
تقسیم
میشوند: بخش
1. **لها**
اص
عجلن
روسکویی" میز
دوقلویی" شامل
شناختن
شفرهای
میشود.

کوچک
دا. دوقلویی
تلقیهای
سطح برای
رسوبات لغزش
ی اشکهای
مویفه
۲- نقايس
ل لفظیمش
روسکویی استحکام
کی قلامر
ا کفکها
میکلاه
• ترکهای
بزرگتر کریں
از
دو
یا
چند
عنصر
شیمیایی
است
که
حداقل
یکی
از

آنها
فلز
با س
ما سیستم
آلیاژخ:
ته

| ترکیب
آلیاژهایی
، که
آ از
ل عناصر
ی مختلف
| تشکیل
میشود،
گفته
میشود.

• در
حالت
تعادل،
گرم
و
سرد
کردن
آلیاژ
باید
آهسته

- باشد
- تا
- فرمان
- | کافی
- ز برای
- ه تغییرات
- | فاز
- ی وجود
- آ داشته
- باشد.
- م در
- ی حالت
- جامد،
- ژ فلزات
- ی سه
- نوع
- فاز
- دارند بخشی
- فلزات
- سیستم
- خاصصی
- الیاژها
- تیکیب
- فرکیبات
- خواص
- و ایجاد
- همکاری
- است جامد
- فاز

با
نقطه
تزویب

متجانس:

کفازهایی

ی که

ب منحنی

ا سرد

ت شدن

انها

و مانند

ا فلزات

سخالص

طاست

و ۵

دارای

ترکیبات

نقطه

واسطه

دوب

به

و ۶

سهم

الحمداد

دسته

لائیں

ت تقسیم

میشوند:

1. ترکیبات

بینفلزی

یا

ظرفیتی:

ترکیبات
فلزات
قهیرمشابه
ا از
ننظر
شیمیایی.
2ن ترکیبات
بینشینی:

ترکیبات
ي بین
و فلزات
م واسطه
و مثل
د تیتانیوم
و
کروچ

3 ترکیبات
الکترونی:

طبق
ي قانون
• هوم
لقم

روتاری با
ترکیب
لتنهفلاص
بل
نعمیلات

الكترونهاي
ظرف ظرفيت
 M تركيب
ميشوچ.
مثال:
و تركيب
L نقره
و
روي
ج به
نسبت
 $2M$
د به

- بخشهاي
محلول
- جامد:
- اتمهاي
محلول
- اتمهاي
حلال

أ - ن و ع ح ل و ل

ج - م د

- محلول جامد جانشینی
- محلول جامد بینشینی

۲ ل ۹ د ۷ ا ۶ ن ۵ ش ۴ ن ۳ ن ۲

- اتمهای حلول در ساختار کریستالی اتمهای حلل

جايگزين ميشه .
• ۲۰ : ح آلياژهای نقل طلا.
L ج -
۲ د ب
ی ن

• اتمهای کوچک در فضاهای بين اتمهای حلال قرار ميگيرند.
مثال:

محلولهای
کربن
ع در
اھو.
۱

۲ ل ۳ ت ۴ ب ۵ د ۶ گ ۷ د ۸ ب ۹ ش ۱۰ ک ۱۱ ل ۱۲

آ - بـ - جـ - حـ - شـ

مشخصات

بلوری:

• آماده‌سازی

نمونه‌ز

بطریق

پار

حلشوندگ استاندارد

مشخص اندازه

• بستن

اندازه:

میزان

فکهای

اندازه‌گاه

کشیده:

• لعیال

نیوکیاپ:

کیلیشی:
تلهیمیابی
م نیمان
شكلتمهف

۶ ظرفیت

ه نیومنی:

ی فلسفیت

م تغییر

م طاول:

م دل

ر شدن

لحظه‌در

یکدیگر رسم

طنمودار

تنشی

ا کرنش:

ن تبا

ن استفاده

ن از

ش دادهها.

و

ک

ر

ن

ش

◦ تنش

مهندسی
(
ر
و)
ا نسبت
بفیرو
طبه
م سطح
ه مقطع
اولیه.
کرنش
• قهقہی
و
کرنش
مهندی
قبیت
حقیقی
• طول
ب
طول
اولیه.
• تنیش
حقیقی
(

نسبت
نیرو
ب
خ سطح
ش و قطع
لحظهای.

من کرنش
م حقیقی
(
و

د
ا

نسبت
، تغییرات
تکثیف
ن به
ش طول

لحظهای.

ک

ر

ن

ش

• کرنش
الاستیک:
تغییر
طول

نسبة
در
خ محدوده
الاستيك.

• كرنش صيغة:

كاز
 نقطه
س شروع
س تغير شكل
ي بلاستيك
• الاستحکام
تقطیم
Yield (ال)
ماکزیمم : (Strength)

• كثافه غير

يکنواخت:
لشكل
نقطيک
ألهارکثر
ميشود. تنش
الاستحکام

شکست کششی
Tensile) : (Strength

تنش

در

نقطه

و حداكثر

ا منحنى

تن الشخص

كرنش.

م مدول

گ الاستيک

يا

م مدول

پ يانگ:

يلان

شيير

هنكلن

يلاستيک

قابليه

الاستيک از

شكست.

نسبة

پواسون:

نسبة

بين

كرنش

طول

عده

قابلیت

آجنهندگی:

ذمیزان

منذری

| ذخیره شده

در

شتفییر

شكل

الاستیکی:

شافنس

| (چقرمگی):

قابلیت

خذلاده

منذری

پریان

قیبله

ازد

شکست

مانند

چدنها

و

سرامیکها.

| تنفس

فشاری

ممکن

است

بیشتر

و

.

9

از
تنش
خکششی
باسند.
ش
و
خ
س
ت
گ
ی

• خزش:
تغییر
شكل
پلاستیک
مداوم
در
اثر
دما
و
بار
ثابت.

• خستگی:
شکست
در

اثر
تنشهای
سمناوب
خکمتر
تلز
یتنش
تئوریک
شکست.**سختی:**
مقاومت
در
برابر
فرورفتگی
یا
خراسن.

• **روشهای**
اندازهگیری:
راکول،
برینل،
و
ویکرز.

• **روش**
برینل:
نسبت
نیروی
اعمالی
به
سطح

فرورفتگی
حاصل
سی
خنافذ
کروپت
ی
ر
ا
ک
و
ل

ر و ش ا د ن ا ز ه

س خ ت ب ر ه و ر ا ک

- ن
- ا اصل
- فکار:
- ذ سختی
- براساس ۵
- عمق ۱
- فرورفتگی
- لرزه‌گردی
- میشود الماسی
- هراحل:
- باویه
- لؤلیه
- 120
- (کیلوگرم)
- گلوله‌های
- فوایجی
- نیمه نه
- لعنه‌های
- میشود 1/16، 1/8، 1/6
- 60°
- 1/2
- 150 اینچ
- (کیلوگرم)

به
نمونه
باعمال
میشود.

م عدد
۵ سختی
| از
(عقریه
دستگاه
' خوانده
| میشود.
ک

و
ل
(

• سختیسننجی

عادی:

بارهای
ثانویه

,60

100

و

150

کیلوگرم

و

بار

اولیه

10

کیلو م.

قسختیسنجی

یسطوحی:

ا بارهای

سازنده

.15

30

,

9

|

45

کیلوگرم

ج

و

د بار

ا اولیه

ک

کیلوگرم

.

ل

:RB •

نافذ

کره

فولادی

با

قطر

1/16

اینج

1/16

9
بار
 100 م^2

کیلوڈنرم.
RC ب

نافذ
مخروط

الماس
9
بار

150 ر^2

کیلوگرم

ر

ا
ک

و
ل

- تشخيص تغييرات كوچك سخت در فولاد سخت شده.
- سرعت

کاهش
سطحی
انساخ.

مقیار

ی کم

و به

ی آماده سازی
ک سطح
نمونه.

کوچک

ز بودن

اندازه

فرورفتگی.

ر و ش ا د ن ا ز ه

س خ ت ب ر ه و ش ک و ی

م^۳
ز اصل
ا کار:
ی سختن
ا بر
اساس
و سطح
م^۲ فرو رفتگی
ع محاسبه
می شود.

م^۱ مراحل:
م^۲ نافذ
ر هرم
و مربعی
ش^۱ شکل
و روی
م^۲ سطح
کلمونه
ر فشار
ز داده
می شود.

معایب	مزایا
مناسب برای اندازه گیری سرعت کم از عات ضخیم.	

نیاز به آماده	
امکان خطای نسبتی	۱ میکروسکوپ فلندازهگیری میشود.

و رابطه:

ی
—
ک
ر که
ز

نیرو
• هیدروگرم
الماسی
با
فناوریه
قطر
واسوتفتگ
۱۳۶ (میلیمتر)
انسجت.

ب (ز) ک (د) ر (و) ا (ب)

• بین

1

تا

100

کیلوگرم

بسته

به

سختی

ماده

و

اندازه

مجاز

فروفتگی.

۱

د - ا - و - ت - ر - ا - ح - ص - خ

ي - ن - ف - ظ - و - ظ - ف - ي - ت - ئ - ر - ن - ي

د ویژگی	توضیحات
ظرفیت بگرمایی	قابلیت یک ماده انرژی.
ظرفیت گرمایی ویژه	مقدار انرژی افزایش دمای یک سانسیگراد. (به میزان سانسیگراد.)

• فرمول ظرفیت گره خاص ویژه — که

پس از آن به مقدار ثابت

ظرفیت گرمایی

به

مقدار ثابت

پ د ی د ۵

ف ی ز ی ک ی ی

• امواج
مکانیکی

و

الکترومغناطیسی:

مانند

امواج

صوتی

و

پرتوهای

X

• امواج

مکانیکی:

در شبکهای
و اتمی

با

و کوپل

ن شدن

ارتعاشات

ا تمها

• **تعریف:**

و بعدهای

می آیند انرژی

کوانتمومی

امواج

مکانیکی.

• **عملکرد:**

انتشار

فونونها

به

معنای

جابجایی

امواج

و

انتقال

انرژی

است

که

د د ت ر ا ر ح ل ا ق ت ن ا

م ز ن ا

میشوگی

موجب
هدایت
گرمایی

فرازهای پوششی

د ۱۹۲۱

مکانیسم غا	دما	ف
انتقال از د ی بالاتر از ت 1200°C گ	دماهای صندلی تار کم، در دما	ر دماهای ممعمولی
(پدیده فوتونی)		

ظرفیت گرمایی

ماده	(C)	علت ظرفيت گ
چ پليمرها	بالا	جذب انرژی
سراميكها	متوسط	ساخثار مسته کووالانسی
ظ فلزات	كم	وجود الکترون

بـ اـ هـ رـ مـ لـ يـ دـ رـ گـ تـ يـ فـ

ن ب ه س س ت

م ساختار

س زنجیرهای

ا پلیمرها

قادر

ط به

ح جذب

ر انرژی

ا زیاد

و

تغییر

ی شکل

است.

ز زنجیرهای

ا پلیمری

د به

د همراه

ماده	ضریب انبساط حرارتی قریب این	نام
پلیمرها	زیاد	پیوندهای ضعیفتر، نم
فلزات	متوسط	پیوندهای قوی
سرامیکها	کم	پیوندهای یو کوالانسی قویتر

۰ فلزات:

بهترین

هدایت

حرارتی

(مناسب

برای

(رادیاتور)

۰ سرامیکها

۹

پلیمرها:
مهدایت
قدّمتر
(پلیمرها)

ی به

س عنوان

ه عایق

ه حرارتی

ه استفاده

میشود)

ی

ت

ح

ا د

ر

ت

ی

م

ا و

د

فلزات	زيادرادياتور، اتو
خسramيکها و	نگهداري دما (مثل آرامپز)
صپليمرها	عایق حراري کم پلاستيك)

د آن ز ر د ت ک ل ا ي ت ر ا ح

د - آن و ر ت ک ل - ی ز د ن - ش ی - ز ف -

الكترونهاي آزاد ظبا ر جذب انرژي ت خود گا افزايش ميدهند.
• اين فرایند کدر ی فلزات مکانیسم
• طرفیت جذب گرمایی انرژی فلزات یگمدتاً تقویت به میکند ارتعاشات اتمی مربوط است که به شکل

افزایش
انرژی
الکترونهاي
نآزاد
بمشاهده
ميشود
ا
ط
ح
ر
ا
د
ت
ى

• انرژي
پيوندها
در
فلزات
بسیار
قوی
است،
بنابراین
انبساط
حرارتی
در

آنها
کمتر
اگر خ.
و
ا
ص
ه
د
ی
ت
د
ح
ی
ت
د
ف
ی
ت
ز
ل

• هدایت
گرمایی:

کترونهاي آزاد با م^۳ قجذب انرژي،
حرکت سیستري م^۴ میکنند ه که منجر به ا^۵ هدایت د^۶ گرمایي میشوند.

مواد	میشن
فلزات	مکانیسم انتقال حکلائیسم مکانیکی
سرامیکها	ارتعاشات اتمی شکننده (بدون الکترون آزاد)
پلیمرها	جذب انرژي در فنجلبریاهای کیل الکترون آزاد در فلزات نقش مهم در این

خاص
ایفا
ت می
منمکانیسم
نثلننقال
حرارت:
فلزات
با ا
مکانیسم
جابجایی
ت الکترون
آزاد
(حرارت
را S
منتقل T
میکنند R
که E
همان S
مکانیسم S
جريان T
الکتریکی H
اس. E
R
M
A

ش و تنشی^ه حارته^ی: حوارت^ه وارد^ه شده^ی به^ه ماده^ی تنشهای^ی ریا^ی (القا^ی) میکند^T که^H ممکن^E است^R منجر^M به^ه تغییرات^A مکانیکی^L یا^S هشکست^H شو^ه. ایجاد^M تنشی^K حارته^ی:

در صورت م تعریف: قدموک چهارتی ا و سرد معنای ۲ تغییر ترجم ناگهانی د دما ناگهانی؛ لستهای بجهه بچهارتی ریمکن ایمانی ا ایست میشوند فهادر ب ازتیواند ر مقاومت شنیده ب ناشیده بگو شود. ح منجر ر به ا شکست شود. مواد ترد: ی مانند

در صورت م تعریف: قدموک چهارتی ا و سرد معنای ۲ تغییر ترجم ناگهانی د دما ناگهانی؛ لستهای بجهه بچهارتی ریمکن ایمانی ا ایست میشوند فهادر ب ازتیواند ر مقاومت شنیده ب ناشیده بگو شود.

مواد ترد: ی مانند

سراميكها
که
 تحت Q
شوك U
حرارتي F
ممکن R
است N
به C
سرعت A
 بشکند H
پون S
لتها H
ناحیه H
الاستيک K
دارند R
و E
فاقد E
رفتار Z
پلاستيک N
هستيک A
هي N
هي Z
هي H

فرانکفورت‌های
طوفانی: Quagmire
T مقولومت
O کرادق
U ناگهانی
G جوابه
H لشونک
N دعماًتی
E بلا (مانند فاكتورهای)
S ۹۰۰
S ضریب
(بسط
حرارتی ۵۰
درجات مدول
يانگی که
منجر م
ی هریب
قدیمهای
ی سلطانی
) وستگی
دلواد تهوییف:
میشود بدلهمگی
• قوهای انسانی
گیوهای انسانی
شورتی
سرامیکها سطح:

کیش
فکشلری
خمطیدواند
و بظیل
ا لژلاف
قرکها
صنبوگیتی
ا کورنهانیش
ل یقین
ک مظلومت
ن قا
ل ظیلش
ده مذکهست
ی ایجاد
میشوند
میشوند.
• ویژگیهای
مواد
:Tough
مواد
Tough
میتوانند
انرژی
بیشتری
جذب
کرده

مقاومت
بالاتری
قدر
| برابر
ن شکست
و داشته
باشند.
|
٥
٦

• رابطه‌ی
معناداری
بین
ولتاژ،
جريان
الكتريکي
و
مقاومت
وجود
دارد
که
این
تناسب
از
مقاومت

الكتريكي
نشأت
ميه م.
ففرمول
ا قانون
ه اهم:
ي
م
م
ه

نماذ	معنی
	شدت جريا (آمپر)
شر	مقاومة الكتريكي (اهم)
	ولتاژ الكترو (ولت)
توضيح	اختلاف ولت فاصلهای يك ميدان ميآورده.

يا
زياد
ميشود.

بی ر ت کل ن د دی د ه د - ح ب د - ج

میدان
الکتریکی
محرک
است
و
با
ت
ماده
برهمکنش
میکی،
ژ ماده
ه با
رسانایی،
عایقی R
یا E
رفتاری S
بیناییین I
پاسخ
میدهد.

T | V | T | Y

سُوقتى
| كه
خ
| فاصله
ت
| أبعاد
| وارد
| مقاومت
شوه،
| مقاومت
| به
د مقاومت
و ويره
ه وابسته
ميشود.
| فرمولها:

ي
ت
لـ
كـ
نـ

مقاومت
ويژه

نوع ماده	توضیحات
است	در فلزات، ال آزاد نقش مو نیکل و نیکل بیشتر باشد، هدایت حرارتی است.
خ	در سرامیکها یونها دارند. در جاه لها حرکت بیشتری دارند.

ماده	ویژگیها
ن فلزات	دارای پیوند هستند، که بر میشوند.
۳ سرامیکها	به دلیل پیوند یونی-کواالانسی قوی، فاقد ال هستند.
۵ دلیلمرها	فاقد الکترون، که ممکن است از دارند.
• هدایت الکتریکی	هدایت الکترونها از نوار طرفیت به نوار هدایت رخ میدهد.
• الکتریکی	هدایت الکتریکی

نیمههادیها
وابسته
نبه
و دما
ا است
ر و
با
ه
| افزایش
| دما،
دی
| هدایت
| آنها
ن افزایش
میباشد.
ژ
ی

• نوار

ظرفیت

Valence)

(Band

و

نوار

هدایت

Conduction)

(Band

دو

نوار

اصل
در
فیساخтар
لمواد
هستند.

۲ فاصله

تبین
ا نوار
ن ظرفیت
ت و
ت نوار
ق هدایت
ا (Gap):
م اگر
ی فاصله
کوچک

باشد، کثرونها

م ماده
راحته
رسانه
است. میتوانند

ا اگر
ق حضیله
بزرگی
باشد، باز
ماده یک

ل ترازهای
است.

پر

به

م ترازهای

قخالی

برولد.

ی که

سلین

ه منجر

به

ر هدایت

س الکتریکی

ا بالا

ن در

ه فلزات

میشود.

ا

ز

ن

ظ

ر

ه

د

ا

ی

ت

ماده	ویژگی هدایت
پلیمر	کمترین هدایت
فیسرامیک	هدایت متوسط
رنیمه هادی	هدایت بالا
فلز	بیشترین هدایت

ن و در ت ک ل ا

• وقتی
الكتروني
از
نوار
ظرفیت
به
نوار
هدایت
میرود،
حفرهای
در

نوار
ظرفیت
^۵ باقی
میماد.

| این

ی حفرهها

ت معادل

| بار

L مثبت

K هستند

T^۹ ماهیت

D الکتریکی

K مهمی

Dارگ

حفره

(Hole)

E تعریف:

L حفره

E از

C نظر

T قدر

R مطلق

R معادل

| بار

C الکترون

از
نظر
سلامت
مثبت
اسع.
متوقتی
میدان
الکتریکی
اعمال
میشود.
دو
عامل
در
هدایت
دخلات
دارند:
کترونها

توضیحات	بارامتر
جمعیت مو انتقال بار دارند.	0 0 1
بار الکتریکی	T

جهت
پارامترها

که
در

دارد:

هدایت
دخلات

دارند:

که
در

دارند.

ع	قابلیت تحریر	میکنو	تعريف	کترونها	سرعت	کترونها	ل	کترونها	م و سیر	الکترون	ثوار	هیاتی قیم	ب طاری	نهیکنند	سرعت	ه دام	هیپر شان	میشود تغییر	میکف	م به	تولیل	توصیحات:	برخورد	سرعت	گزیریفت	موانع	برآیند	حرکت	() الکترون
---	--------------	-------	-------	---------	------	---------	---	---------	---------	---------	------	-----------	--------	---------	------	-------	----------	-------------	------	------	-------	----------	--------	------	---------	-------	--------	------	-------------

است

^و**تبسيار**

^أ**كندر**

^ب**ثاز**

^ي**سرعت**

^ر**امواج**

^د**الكترونيومغناطييس**

^ا**اسط.**

^م**كاهاش**

^ن**نقصها**

^و**نعم**

^خ**مبر**

توضيحات	حامل
مقاومة ته	^أ ل
دما	^ل ص
مقاومة ته میزان ناخال	^ي و
تغيير شكل	^ت میشر
عفتر	^ف کفرهها
الكترونيونها	^و رفتار
• رفتار	

حفرهها

^۹ نالکترونها

کبه

متدلیل

قدرت

ثتحرك

^{۱۰} متفاوتشان

^{۱۱} میزان

انحراف

از

هدایت

المصراعی

در متفاوت

اسقیمه

لهادیهای

ذاتی

م

ع

ی

نوع ماده	فرمول	ناثیرات
حفره		و مت
		اسنک

نوعی (type) تأثیرات پلکانیکی

دیگر موقوفات

حفره

نوعی اش

هستوپار مادن

همهایت کنسلسیب فناكه

تعريف آزاد دکترونهای

مخصوص

نوعی (n-type)

Doped

: (Semiconductor)

بلندی

غیر

لکترون
جهت
آنچه را
مقابله باشد
نمایه

هدفیه	اسئمک
تلویز خالصقا ولتفییز	اسئمک
حالمچل	حالمچل
میدوه	میدوه
مخاصیت	مخاصیت
بکسو	بکسو
ضنگک	ضنگک
داردز	داردز
نزیستوری	نزیستوری
پلای	پلای
تقویت	تقویت
جريانها	جريانها
وی	وی
افزايش	افزايش
شدت	شدت
9	
قدرت	قدرت
9	
فرکانس	فرکانس
بالا	بالا
در	در
الكترونيک	الكترونيک
کاربرد	کاربرد
دارد.	دارد.

خ و ا ص ز ی س ت ی و ا د د ه ن د س ی

تعریف:
خواص
زیستی

اد
هندس
مامل
فاربرد
مواد
ور
وحیط
بیولوژیک
بدن
سان
ت است
ف

ا
د
ه
خ
و
ا
ص
ز
ی
س
ت
ی
م

ب
ر

مورد استفاده	مورد استفاده
م جایگزینی مفلحه‌گاه ترم	ک
صفحات استخوانی رسانی	ن
شمیمان استخوانیلینت س	ش
پروتز ایمپلنتیونداقوق	پ
تندون و رباط خیچه‌های عج	و
دیروتزرگهای خوکل یا پدار	د
دریچه قلب استنتها	د
مجراهای عصین و پیچ ب	د
مش جراحی	د

ن

نوع ماده	توضیحات
سمی (Toxic)	ماده مورد نزد میبرد.
نزدیک به خنثی (Nearly Inert)	ماده در محی است.

و	زیست فعال (Bioactive)	ماده با بدن مفید باشد.
گ	قابل تجزیه (Degradable)	ماده فعال از عملکردش حذف میشود.

ا
ص
ل
ی
م
و
د
ه
ن
د
س
ز
ی

۱

حِرَقِ

گزیست

ن سازگاری

(Biocompatibility)

ن ویژگیها

و

خواص

جگانیکی

قابلیت

فراوری

و

د فناوری

ر ساخت

(Processability)

ف

ن بهندی

ل

ویژگی	سرامیکها	یلیمیرها	فلزات
زیست سازگاری بالا	متوسط	کم	کم
نمکانیکی	کم	متوسط	بالا
قابلیت فراوری متوسط	بالا	کم	کم

یادآوری

م

وابجاپیهای

مسئول

تغییر

کل
ستیک:
کستند
پ
ضرکت
نابجایها

نوع ماده	توضیحات	ش
بجهت فلزات ک	برای لغزش: صفحات متراکم میشوند.	ا
اعود ط	(مانند صفحات) دارند.	ط
نابجا ف	- چگالی نابجا در حدود تا نابجایی در هر میلیمتر مربع است.	ف
کوالنت ج	متراکم برای لغزش: صفحات متراکم وجود است.	ج
نواхи ۰	- چگالی نابجا در حدود نابجایی در	۰

تحتهر میلیمتر مربع است.

فشار

- نیاز به احتنا
نابجاییها باید
منفی اجتناب
کند.

ن (تبه)
ن و
نواحی یونی

تحت

ع هستند برای لغزش: مشابه
سرامیکهای
کووالنت، این
هستند.

نابجاییها:

- چگالی نابجا
باعث در حدود تا
لنجایی در هر میلیمتر مربع
است.

در

اطراف

نوع نابجایی	توضیحات
نابجایی لبهای	با اضافه کر میشود.
نابجایی پیچی	نتیجه پیچ منجر به کرز میشود.

دنس

موجب

تغییر

خواص

مکانیک
ماده
میش ت
ع
ل ۲
ا ن
ب
ج
ی
ی

◦ نابجاییهای
موافق
همدیگر
را
دفع
میکنند
و
◦ نابجاییهای
مخالف
همدیگر

را
جذب
میک س

عنابجاویها

سومکن

تاست

م پشت

موانع

انباشته

ل شوند

غ و

ز يا

ش

د يکديگر

ر تکمیل

سوق

ل که

ز منجر

ا به

ت تغییر

شكل

• بلايستيڪ

ملخچرهون:

يک

سيستم

لغش

- **سیستمهای**
- **تعداد**
- دارند):
- قرار
- <110>
- بجرانی
- بمتلکم
- **تغییرهای**
- و
- در
- [111]
- ی
- ا
- | متراکم
- ج لغزش
- بصفحات
- ن سیستم
- ا، FCC
- ک در
- مثال:
- ک عنوان
- به ر
- استخ
- و متراکم
- شجهت
- ن و
- تمتراکم
- صفحة
- شامل

لغز خداقل
تونش
پوشیستم
و لغز
نهایی
شروعتم
لغزگش
نابجایی وجود
م طرکت
کلبهای
و ذرا مل
م تک
کریستال دسته

1. کاهش
مولتی پلاریز
دانه
اعمال
دانه
آندازه
کاهش
دانه
متراکم
توپکلر
فساری در موجب
فلنجانها
افزایش
صفحه
مواضع
است جهت
برجهی
متلبی
حرفت
شروع
نابجاییها
به
و حرکت

مید افزایش
استحکام
مید ت
بغ آلیاژسازی
یها
ی محلول
جامد:
ش افزودن
ک تاخالصیها
ل به شبکه
و کریستالی
ب بمحجب
ا ایجاد
ز تنشهای
ی اضافی
ا و ممانعت
ب از حرکت
ی تفحیلهای
میشود شکل
پلاستیکی کار سرد
(کرنیش غیر
سختی فرم
لیمال
کلینشن

به
فلیل
هوچتب
لهبلیشها
لچگالی
میشودنابجایها
• واژیابی

ور
تبیلوو
مجددافزایش
لوبتحكام
میشودطن
بازیابی،

انرژی
کرنشی
نابجایها
آزاد
میشود

9
تعداد
نابجایها
کاہش
میباید.

تبلور
مجدد
منجر
به

تشکیل
دانههای
جدید
با
چگالی
ناپجاپی
کمتر
میشود.