



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

اثر میزان کربن بر رفتار جامد سازی و ویژگی های مورفولوژی فازهای تشکیل

دهنده در آلیاژ Cr-Fe-C

چکیده

ترکیبی از انتقال میکروسکوپ الکترونی^۱، پراش الکترونی برگشتی و طیف انتشار طول موج برای شناسایی ساختار بلوری، ویژگی مرزی دانه و ترکیب شیمیایی فازهای تشکیل دهنده در آلیاژهای Cr-Fe-C با سه غلظت مختلف کربن، مورد استفاده قرار گرفته اند. با توجه به سه غلظت متفاوت کربن، ساختارهای جامدسازی به ترتیب، شامل تشکیل فاز اولیه α و فاز اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ در $Cr - 18/4Fe - 2/3C$ ؛ فاز اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و فاز اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ در آلیاژ $Cr - 24/5Fe - 3/8C$ و فاز اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ و فاز اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_7C_3]$ در $Cr_{21/1}Fe - 5/9C$ می باشند. تجزیه و تحلیل مرز دانه، برای درک مکانیسم رشد این فاز اولیه مفید می باشد. مورفولوژی های کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و $(Cr, Fe)_7C_3$ ، ساختارهای تراش خورده با اشکال چند ضلعی است که با فاز اولیه α با شکل دندریتی متفاوت می باشد. در کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و $(Cr, Fe)_7C_3$ با بافت قوی، یک ساختار تک کریستالی بلوری وجود دارد و دارای یک مرز زاویه کم می باشد، که باعث ایجاد مکانیسم رشد چند ضلعی می شود. با این وجود، فاز اولیه α با جهت گیری نسبی تصادفی، ساختار پلی کریستالی را نشان می دهد و شامل یک مرز بزرگ با زاویه بالایی می باشد، که بوسیله مکانیسم رشد دندریتی ایجاد شده است.

کلمات اصلی: آلیاژهای Cr-Fe-C، میکروسکوپ انتقال الکترونی، رشد کریستال^۲، وضعیت جامد سازی، پراش

الکترون برگشتی

1 - مقدمه

¹electron microscopy

² Crystal growth

آلیاژ Cr-Fe-C به علت مقاومت عالی آن در برابر سایش، اکسیداسیون و خوردگی به خوبی شناخته شده و به طور گسترده ای در شرایط خوردندگی، مانند فرایند معدنکاری و معدنی، صنایع تولید سیمان و تولید خمیر کاغذ و کاغذ، مورد استفاده قرار گرفته است. بسیاری از تحقیقات قبلی روی ویژگیهای ریزساختار، خواص مکانیکی و وضعیت های پوششی سایشی آلیاژهای Cr-Fe-C متمرکز شده است [1-8]. تحقیقات قبلی نشان داده است که آلیاژهای Cr-Fe-C، شامل ساختارهای هیپوآوتکتیک، آوتکتیک نزدیک، هیپر آوتکتیک³ با فاز محلول جامد Cr-Fe، و کاربیدهای $M_{23}C_6$ و M_7C_3 می باشند [2]. علاوه بر آن، بهترین عملکرد برای آلیاژهای Cr-Fe-C هنگامی به دست می آید که مقادیر زیادی از کاربید های اولیه M_7C_3 به طور یکنواخت در کلنی های آوتکتیک $[\alpha + M_7C_3]$ وجود داشته باشد [2،8].

این مورفولوژی فازهای تشکیل دهنده می تواند انواع گسترده ای از ترتیبات هندسی را به نمایش بگذارد. بسیاری از تحقیقات اخیر، وضعیت های جامد سازی و انتقال مورفولوژی از فازهای تشکیل دهنده در پایه Fe، پایه Cu و آلیاژهای دیگر را گزارش می دهند [9-18]. با این حال، مطالعات اندکی بر رفتارهای جامد سازی و انتقال مورفولوژی از فازهای تشکیل دهنده در آلیاژهای Cr-Fe-C، متمرکز شده است. انتقال مورفولوژی فازهای تشکیل دهنده، به طور مستقیم به پارامترهای فرضی فصل مشترک جامد / مایع، انتروپی های پیوند، ترکیبات شیمیایی⁴ و شکست حجمی مراحل تشکیل بستگی دارد [19-21]. انتروپی ذوب، یک معیار مناسب برای پیش بینی وضعیت کریستالی شدن در مراحل ساخت می باشد. مقادیر (ثابت گاز، R انتروپی ذوب، $\alpha = \Delta S_f / R, \Delta S_f$) که کمتر از 2 است، به مفهوم گرایش به سمت رشد کریستال تراش داده نشده است، در حالی که مقادیر بیشتر α به سمت رشد کریستال های با شکل تراش داده هستند.

جدول 1 – اجزاء پرکننده آلیاژ

Filler	Powder (%)		Alloy elements (wt.%)	
	Cr	CrC (4:1)	Cr	C
A	85	15	97	3
B	75	25	95	5
C	65	35	93	7

³ hypereutectic structure

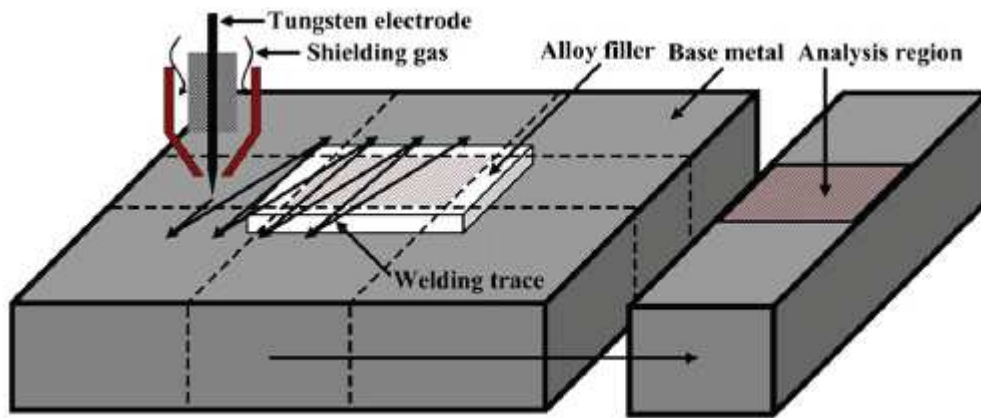
⁴ chemical compositions

معمولاً، پراش الکترون برگشتی برای توصیف جهت گیری کریستالوگرافی، بافت و ناهماهنگی مرز دانه از ترکیبات چند فازی در چندین ماده مختلف مورد استفاده قرار گرفته است [22-27]. مشخصه مرز دانه، که بوسیله پراش الکترون برگشتی مورد آزمایش قرار می گیرد، برای درک مکانیسم رشد فاز تشکیل دهنده مفید می باشد. اما تعداد کمی از بررسی های قبلی در مورد پراش الکترون برگشتی، به تجزیه و تحلیل مرز دانه برای برآورد مکانیسم رشد فاز تشکیل دهنده اختصاص داده شده است. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت های جامد سازی و ویژگی های مورفولوژی فازهای تشکیل دهنده در آلیاژهای Cr-Fe-C شامل مقادیر مختلف کربن می باشد. وضعیت های جامدسازی و گذرهای مورفولوژی مراحل تشکیل شده، به طور منظم توسط میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی اسکن انتشار میدانی، میکروسکوپ الکترونی انتقال، پراش الکترون های برگشتی، طیف انتشاری طول موج، و کالری سنج اسکن دیفرانسیل، توصیف می شوند.

2- روش های تجربی⁵

آلیاژهای Cr-Fe-C بوسیله روش جوشکاری قوس گاز تنگستن تهیه شدند، تا پرکننده های آلیاژ خالص مختلف Cr و (Cr:C = 4:1) بر روی فولاد با کربن متوسط S45C رسوب کند. ابعاد فولاد با کربن متوسط فولاد S45C برابر با $105\text{mm} \times 85\text{mm} \times 19\text{mm}$ بود. پرکننده های آلیاژ Cr خالص روشن و (Cr:C = 4:1) برای بدست آوردن یک پودر مخلوط شده یکنواخت، در یک مخلوط کننده مکانیکی، مخلوط شدند. سپس این پرکننده های آلیاژ، تحت فشار بالا به میزان $105/39\text{kgcm}^{-2}$ قرار گرفتند تا پرکننده های آلیاژ متراکم با ابعاد 3 mm \times 30mm \times 25mm تشکیل شود. جدول 1 اجزای پرکننده این آلیاژ را نشان می دهد. برجستگی بر روی صفحه با جوشکاری قوس نوسان گاز تنگستن، برای رسوب روکش ها مورد استفاده قرار می گیرد. شکل 1 توصیف طرح جوشکاری قوس گاز تنگستن، برای روکش سخت را نشان می دهد. جدول 2، پارامتر جوشکاری را در این مطالعه نشان می دهد.

⁵ Experimental Procedures



شکل 3 - توصیف نموداری جوشکاری قوس گاز تنگستن برای نمای سخت.

نمونه هایی برای آزمایش فلزننگاری با میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی اسکن انتشار میدان، بر روی ورق های کاربید سیلیکون، تا 1500 گریت (grit) قرار داده شد و سپس به تدریج با پودر Al_2O_3 به میزان $1\mu m$ و $3\mu m$ جلا داده شد. عوامل اچ کاری، شامل 20 گرم فلئورید هیدروژن آمونیم، 5 گرم پیروسولفیت پتاسیم و 100 میلی لیتر آب در دمای $80^\circ C$ بود. بوسیله جلادهی توسط الکتروجت دوگانه، فویل های نازک برای مشاهده توسط میکروسکوپ انتقال الکترون، با استفاده از 5٪ محلول اسید پرکلریک، 25٪ گلیسرول و 70٪ اتانول در دمای اتاق و پتانسیل اچ کاری 28V، تهیه شد. برای تهیه نمونه پراش الکترون های برگشتی، این سطوح به صورت مکانیکی و بوسیله روش فلزننگاری استاندارد جلا داده شدند تا به سطح نهایی به میزان $0.2\mu m$ برسد. اندازه گیری پراش الکترونیهای برگشتی، بر روی سطح بالای آلیاژ با نمای سخت، در یک میکروسکوپ الکترونی اسکن انتشار میدانی مدل JEOL 7001 F با تکنولوژی سیستم پراش الکترونیهای برگشتی EDAX / TSL که در 20kV کیلو ولت عمل می کند، انجام شد. منطقه اندازه گیری شده برای تجزیه و تحلیل پراش الکترون های برگشتی، برابر با $40\mu m \times 40\mu m$ با اندازه گام 50nm بود. نرم افزار OIM^{TM} ، برای تجزیه و تحلیل کیفیت تصویر، نقشه فاز، نقشه جهت گیری شکل قطب معکوس، و نقشه زاویه ناهماهنگی کرانه دانه، مورد استفاده قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی لایه های روکش و سازنده فازها با طیف پراشده طول موج، تجزیه و تحلیل شد. انتقال فاز در طی فرایند جامد سازی در آلیاژهای Cr-Fe-C شامل سه ماده کربنی مجزا، توسط کالری متر اسکن دیفرانسیل تحت فضای گاز آرگون، تعیین شد. سرعت جریان آرگون 4 L/min و میزان حرارت دهی و خنک کنندگی برابر با $10^\circ C/min$ بود. بالاترین درجه حرارت، $1600^\circ C$ بود.

3 - نتایج و بحث

3.1 - مشاهده ترکیب شیمیایی و ریز ساختار

جدول 3 لیست ترکیبات شیمیایی آلیاژهای Cr-Fe-C پوششی، تحت عنوان پوشش را نشان می دهد این نتایج نشان می دهد که میزان کربن از 2/3 wt% تا 5/9 wt% متفاوت است. برای ساختار هیپوآوتکتیک آلیاژ A، میزان کربن حدود 2/3wt% است. ساختار هیپروآوتکتیک آلیاژ B دارای میزان کربن حدود 3/8wt% می باشد. برای آلیاژ C، ساختار هیپروآوتکتیک، میزان کربن حدود 5/9wt% می باشد. نتایج پراش اشعه ایکس گزارش شده در این تحقیق [2]، نشان می دهد که محلول جامد Cr-Fe (α) با ساختار مکعبی بدنه مرکزی و کاربرد $(Cr, Fe)_{23}C_6$ با ساختار مکعبی نمای مرکزی پیچیده، در آلیاژهای A و B وجود دارد. آلیاژ C شامل سه فاز است که کاربیدهای فاز α فاز، $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و $(Cr, Fe)_7C_3$ می باشند.

جدول 2 - پارامترهای تجربی جوشکاری قوس گاز تنگستن.

Parameter	Value
Electrode Type	W-2%ThO
Diameter	3.2 mm
Angle	30°
Voltage	15 V
Current	220 A
Heat input	4.6 MJ/m
Protective gas Type	Ar
Flow	15 L/min
Welding speed	
Travel speed	30 mm/min
Oscillating speed	230 mm/min
Heat input $Q = \eta \times I \times V / S$; η : welding efficiency (0.7), I: current, V: voltage, S: travel speed.	

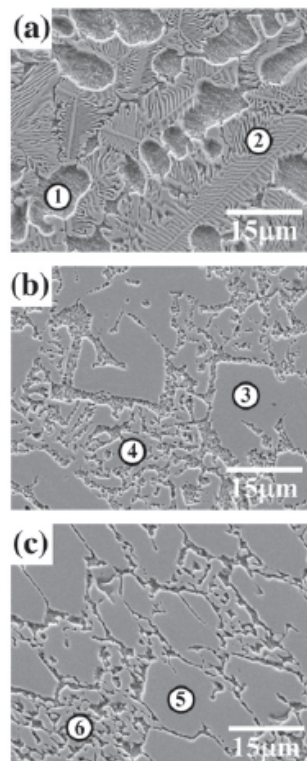
شکل 2 ویژگی های ریز ساختار آلیاژهای Cr-Fe-C را برای میزان کربن متفاوت نشان می دهد. در شکل 2(a)، هنگامی که میزان کربن به اندازه 2/3 wt% موجود می باشد، فازهای Cr-Fe (α) دندریتی اولیه در کلنی های اوتکتیک اطراف $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ تشکیل می شود. ریزساختار بدست آمده برای آلیاژ B که در شکل 2(b) نشان داده شده است، مرکب از کاربیدهای چند ضلعی اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کلنی های اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ تشکیل شده است. همچنین مشاهدات ریزساختاری نشان می دهد که آلیاژ C، شامل

کاربیدهای چند ضلعی اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ با شکل شش ضلعی و کلنی های اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_7C_3]$ نشان داده شده در شکل 2(c) می باشند. ترکیبات شیمیایی فازهای انفرادی نشان داده شده در شکل 2، بوسیله طیف پراکندگی طول موج، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (جدول 4). این تجزیه و تحلیل عنصری کمی تأیید می کند که فازهای اولیه در آلیاژهای نمای سخت A-C، به ترتیب، محلول جامد $Cr-Fe(\alpha)$ ، $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و $(Cr, Fe)_7C_3$ می باشند. فرمول اتمی فاز اولیه α در آلیاژ A برابر با $Cr_{3.2}Fe$ می باشد. فرمولهای اتمی کاربید های اولیه در آلیاژهای B و C به ترتیب، $Cr_{19.6}Fe_{3.9}C_6$ و $Cr_{6.4}Fe_{0.7}C_3$ می باشند.

جدول 3 - ترکیبات شیمیایی آلیاژهای تحت عنوان Cr-Fe-C

پوشش داده شده.

Hard-facing alloys	Composition (wt.%)						
	C	Fe	Mn	Si	P	S	Cr
A	2.334	18.420	0.289	0.167	0.006	0.003	bal.
B	3.838	24.529	0.424	0.188	0.004	0.004	bal.
C	5.905	21.125	0.338	0.129	0.008	0.003	bal.



شکل 2 - ریزنمودارهای میکروسکوپ الکترون اسکن آلیاژهای Cr-Fe-C با مقادیر مختلف کربن: (b)

2/3wt%، (b) و (c) 5/9wt%.

شکل 3 تصاویر میدانی روشن میکروسکوپ الکترونی انتقالی و الگوهای پراش الکترونی مناطق مشخص شده در آلیاژ Cr-Fe-C و با درصد کربن 2/3 wt% را نشان می دهد. دو الگوی پراش الکترونی منطقه نمایش داده شده در شکل های 3(a) و 3(b) نشان می دهند که فاز α با محور محدوده $[1\bar{3}3]$ و کاربید $M_{23}C_6$ با محور محدوده $[1\bar{1}0]$ ، در این ریزساختار وجود دارد. با این حال، یک الگوی پراش الکترونی منطقه انتخاب شده، در شکل 4(b) نشان داده شده است که سه حلقه با فاصله های d به میزان $2/17 \text{ \AA}$ ، $1/52 \text{ \AA}$ و $1/25 \text{ \AA}$ را در هنگامی نشان می دهد که میزان کربن تا 3/8wt% افزایش می یابد. پس از اندازه گیری دقیق فاصله d و زاویه بین صفحه ای از این الگو، الگوی پراش الکترونی منطقه انتخاب شده در شکل 4(d)، اینگونه نشان داده می شود که الگوی کاربید $M_{23}C_6$ با محور منطقه $[253]$ می باشد. شکل 5 تصاویر معمولی میکروسکوپ انتقال الکترونی و الگوهای پراش الکترونی⁷ منطقه مورد نظر فازهای تشکیل دهنده در آلیاژهای Cr-Fe-C با میزان کربن 5/9 wt% را نشان می دهد. یک الگوی پراش الکترونی منطقه انتخاب شده جمع آوری شده از فاز اوتکتیک α ، سه حلقه با فاصله های d به میزان $2/17 \text{ \AA}$ ، $1/53 \text{ \AA}$ و $1/25 \text{ \AA}$ را نشان می دهد (شکل 5(b)).

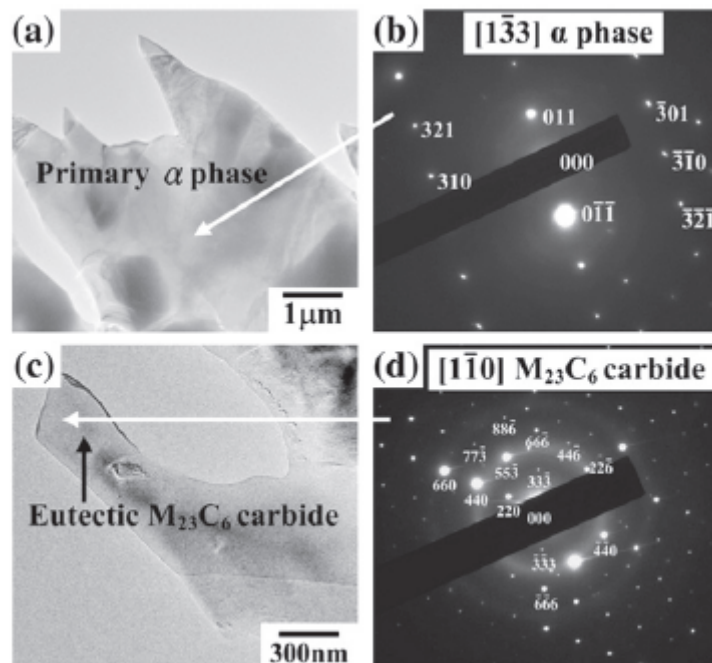
جدول 4 - ترکیبات شیمیایی هر فاز در ریزساختار.

Position	Phase	Chemical composition (wt%)				
		C	Fe	Si	Mn	Cr
1	$\alpha(\text{Cr}_{3.2}\text{Fe})$	0.42	24.66	0.10	0.31	74.51
2	$\alpha + M_{23}C_6$	4.19	15.43	0.05	0.35	79.98
3	$M_{23}C_6(\text{Cr}_{19.6}\text{Fe}_{3.9}\text{C}_6)$	5.53	16.20	0.03	0.44	77.80
4	$\alpha + M_{23}C_6$	3.91	27.30	0.15	0.54	68.10
5	$M_7C_3(\text{Cr}_{6.4}\text{Fe}_{0.7}\text{C}_3)$	8.91	8.85	0.06	0.28	81.90
6	$\alpha + M_7C_3$	6.09	23.80	0.33	0.52	70.30

پراش الکترونی منطقه انتخاب شده مربوطه در شکل 5(b) نشان می دهد که فاز تشکیل دهنده نمایش داده شده در شکل 5(c)، ساختار کاربید M_7C_3 با محور منطقه $[01\bar{1}1]$ می باشد. خلاصه نتایج حاصل از میکروسکوپ

⁷ electron diffraction patterns

انتقال الکترونی و طیف انتشاری طول موج، شامل ریزساختارهای آلیاژ Cr-Fe-C تحت عنوان پوشش داده شده با سه میزان مختلف کربن شامل فاز α ، $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کاربیدهای $(Cr, Fe)_7C_3$ می باشد.

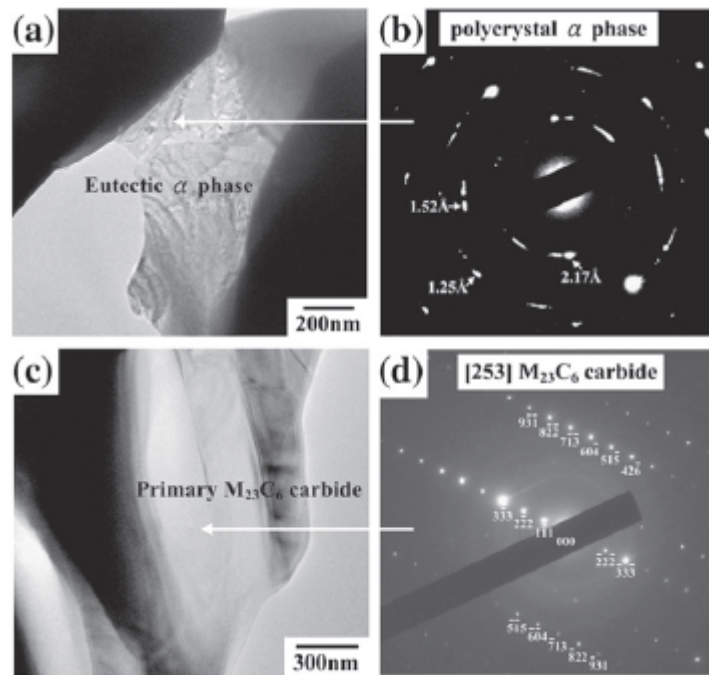


شکل 3 – تصاویر میدانی واضح میکروسکوپ انتقال الکترونی و الگوهای پراش الکترون مربوط به مناطق علامت گذاری شده در آلیاژ Cr-Fe-C با میزان 2/3 wt% کربن.

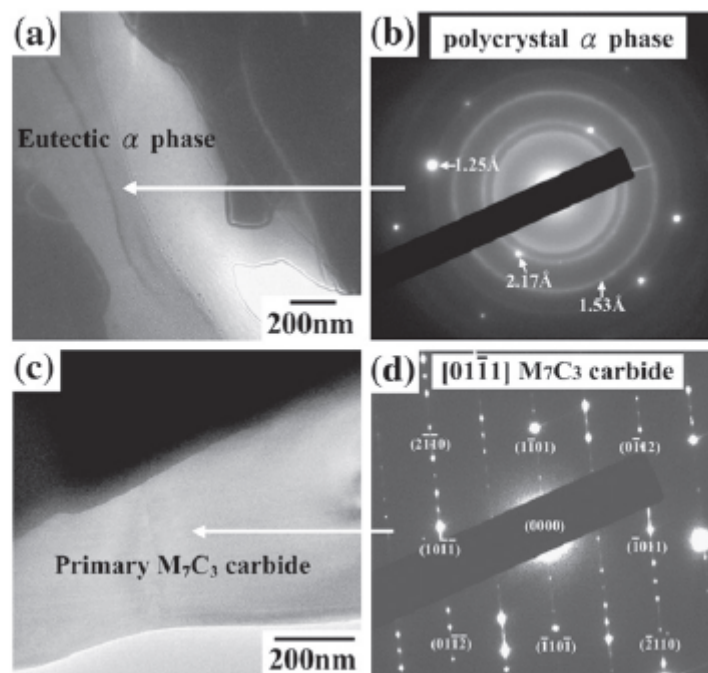
3.2 - خصوصیات مورفولوژی فازهای اولیه

شکل 6 ویژگی های مورفولوژی فازهای مختلف اولیه را در آلیاژ Cr-Fe-C نشان می دهد. در شکل 6(a)، مورفولوژی اولیه فاز α در آلیاژ A، یک ساختار دندریتی⁸ تراش داده نشده می باشد. مورفولوژی های اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کاربیدهای $(Cr, Fe)_7C_3$ ، در آلیاژهای B و C ساختارهای تراش داده شده با شکل های متفاوت با فاز اولیه α با شکل دندریتی در آلیاژ A (شکل های 6(b) و 6(c)) می باشد.

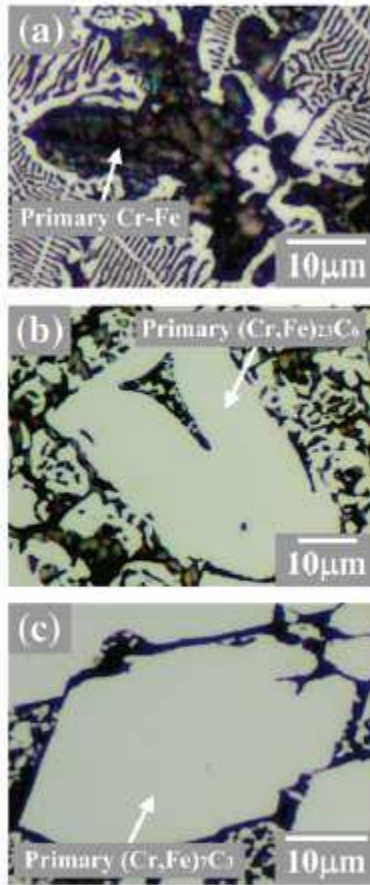
⁸ dendritic structure.



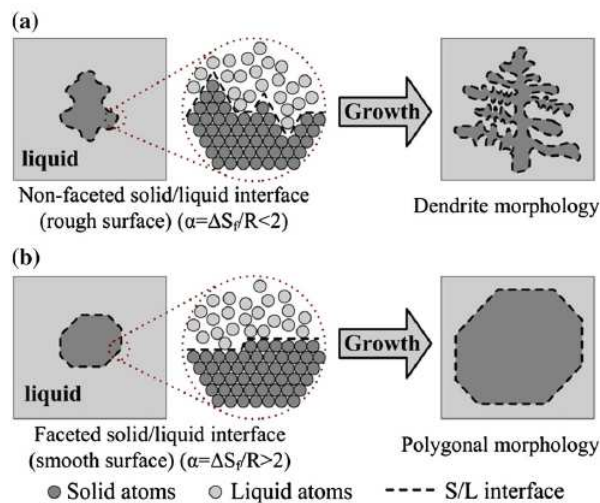
شکل 4 - تصاویر میدانی واضح میکروسکوپ انتقال الکترونی و الگوهای پراش الکترون مربوط به مناطق علامت گذاری شده در آلیاژ Cr-Fe-C با میزان 3/8wt% کربن.



شکل 5 - تصاویر میدانی واضح میکروسکوپ انتقال الکترونی و الگوهای پراش الکترون مربوط به مناطق علامت گذاری شده در آلیاژ Cr-Fe-C با میزان 5/9wt% کربن.



شکل 6 - ویژگی های مورفولوژی⁹ فازهای مختلف اولیه آلیاژ Cr-Fe-C با مقادیر کربن متفاوت: (a) 2/3wt% (فاز اولیه α), (b) 3/8wt% ($M_{23}C_6$ اولیه) و (c) 5/9 wt% (M_7C_3 اولیه).



شکل 7 - شکل بین دوسطحی مایع و جامد: (a) رشد غیر فشرده و (b) رشد فشرده.

⁹ Morphological characteristics

انتقال مورفولوژی از یک مرحله اولیه به طور مستقیم به شکل بین دو سطحی مایع/جامد و انتروپی ذوب بستگی دارد [21]. شکل های مختلف بین دو سطحی جامد / مایع در شکل 7 نشان داده شده است [21]. هنگامی که فصل مشترک جامد / مایع در مقیاس اتمی، یک سطح نسبتاً ناصاف است، فاز جامد، یک مورفولوژی دندریتی را در بر می گیرد. در مقابل، هنگامی که فصل مشترک بین دو سطحی جامد / مایع، در مقیاس اتمی یک سطح نسبتاً صاف است، فاز جامد یک مورفولوژی چند ضلعی را می پذیرد.

همچنین، شکل 7 رابطه بین مقدار $\alpha = (\Delta S_f/R)$ و ویژگی های مورفولوژی فاز اولیه را نشان می دهد. آندسته از مقادیر α که کمتر از دو است، گرایش به رشد کریستال تراش داده نشده دارد، در حالی که مقادیر α بالاتر، تولید مطلوبی از شکل های رشد تراش داده شده می باشند [21]. همانگونه که در جدول 5 نشان داده شده است، مقدار α اولیه فاز α در آلیاژ A برابر با 52/ می باشد، که یک فصل مشترک بین دوسطحی جامد / مایع غیر فشرده را پیش بینی می کند. در نتیجه، فاز اولیه α با هندسه دندریتی رشد می کند و دارای یک ساختار تراش داده نشده می باشد. در مقابل، مقادیر α کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کاربیدهای $(Cr, Fe)_7C_3$ ، که در جدول 5 نشان داده شده اند، 15/7 و 3/1 می باشند، و یک فصل مشترک بین دو سطحی جامد / مایع فشرده را پیش بینی می کنند. بنابراین، کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کاربیدهای $(Cr, Fe)_7C_3$ ، در شکل چند ضلعی با ساختارهای تراش داده شده اتخاذ می شوند.

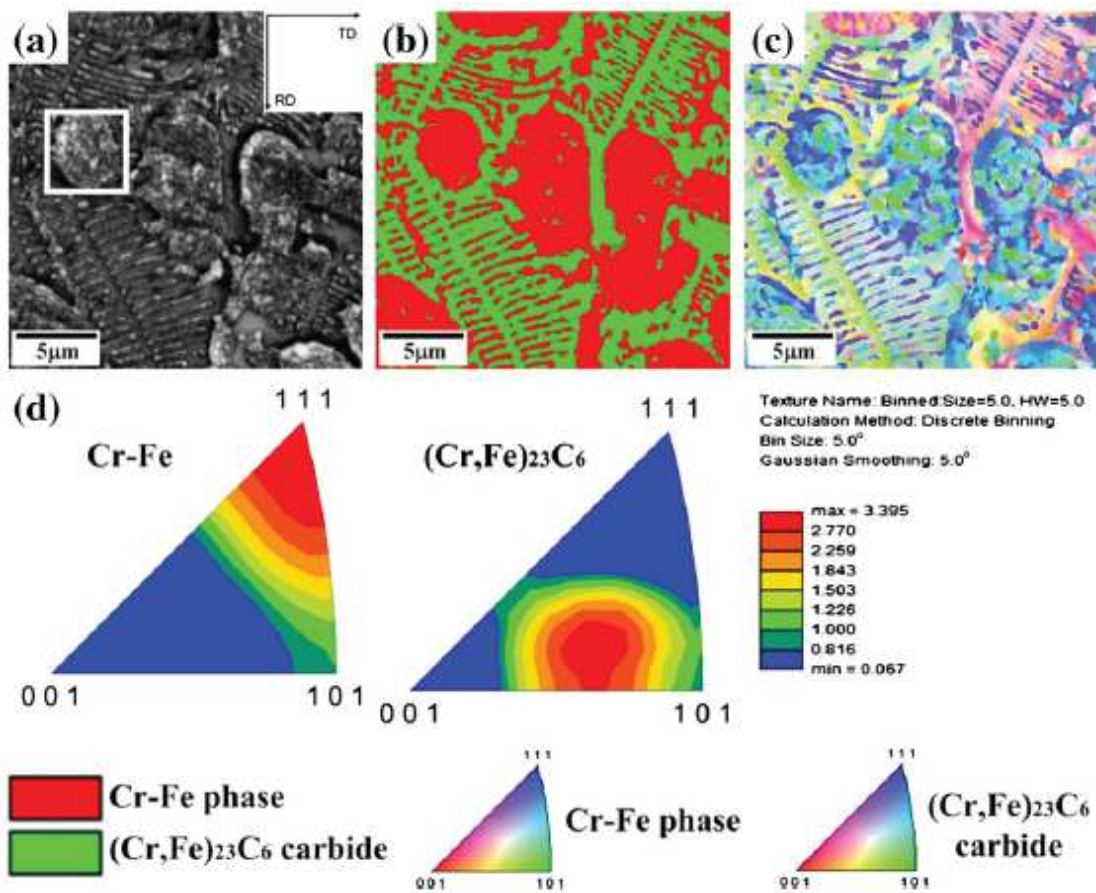
3.3 - تجزیه و تحلیل پراش الکترونیهای برگشتی

شکل 8، نقشه بدست آمده از پراکندگی الکترون های برگشتی بر روی یک آلیاژ هیپو اوتکتیک با کربن به میزان 2/3 wt% را نشان می دهد. نقشه کیفیت تصویر نشان داده شده در شکل 8(a)، شبیه به تصویر الکترونیهای برگشتی بر روی تصویر این نمونه می باشد. مقادیر کیفیت تصویر آشکار شده، دارای دامنه ای بین 10 تا 80 است. نقشه فاز مربوطه ارائه شده در شکل 8(b) نشان می دهد که فازهای α اولیه و اوتکتیکی، به شکل قرمز نمایش داده شده و کاربیدهای اوتکتیکی $(Cr, Fe)_{23}C_6$ به رنگ سبز نشان داده شده اند. شکل قطب معکوس نقشه جهت گیری در جهت [001]، در شکل 8(c) نشان داده شده است.

جدول 5 - خلاصه درجه حرارت های واکنش حرارت دهی و خنک کنندگی در منحنی های کالری سنج اسکن دیفرانسیل در شکل 14.

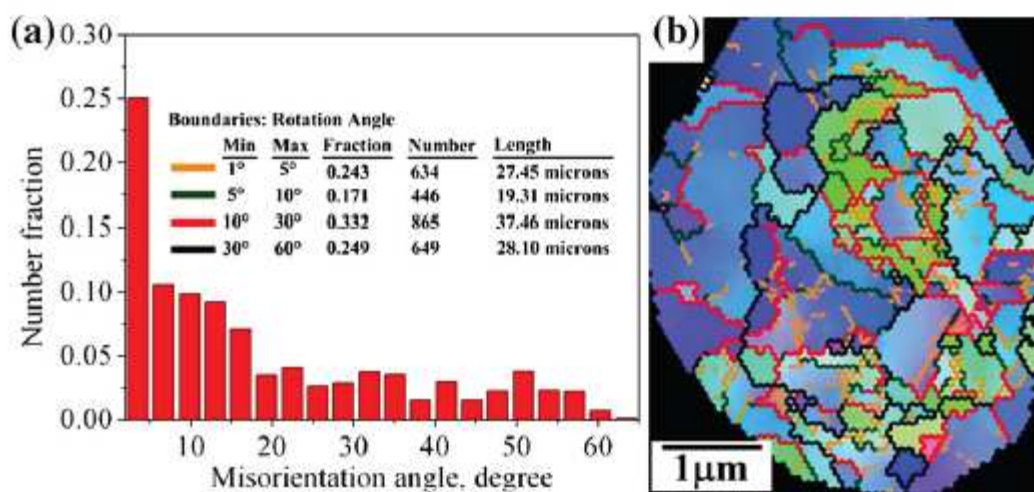
Alloy	Phases	Heating process			Cooling process			α
		T_{m1} (°C)	T_{m2} (°C)	ΔH_m (J/g)	T_{c1} (°C)	T_{c2} (°C)	ΔH_c (J/g)	
A	Cr-Fe	1478.3	1488.5	-34.1	1394.8	1391.8	17.1	0.52
	$\alpha + (\text{Cr,Fe})_{23}\text{C}_6$	1380.0	1394.6	-33.3	1294.0	1291.9	2.6	-
B	$(\text{Cr,Fe})_{23}\text{C}_6$	1474.6	1481.6	-174.7	1366.7	1361.3	54.7	15.7
	$\alpha + (\text{Cr,Fe})_{23}\text{C}_6$	1360.8	1420.9	-92.2	1218.4	1213.8	9.3	-
C	$(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$	1416.2	1433.5	-108.3	1377.7	1370.2	143.0	3.1
	$\alpha + (\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$	1312.5	1344.4	-19.8	1223.5	1219.6	12.3	-

T_{m1} , the heating process onset temperature; T_{m2} , the heating process peak temperature; ΔH_m , the melting enthalpy; T_{c1} , the cooling process onset temperature; T_{c2} , the cooling process peak temperature; ΔH_c , the crystallization enthalpy; $\alpha = \Delta S_f/R = \Delta H_m/T_{m1}R$; ΔS_f , the entropy of fusion; R, the gas constant.



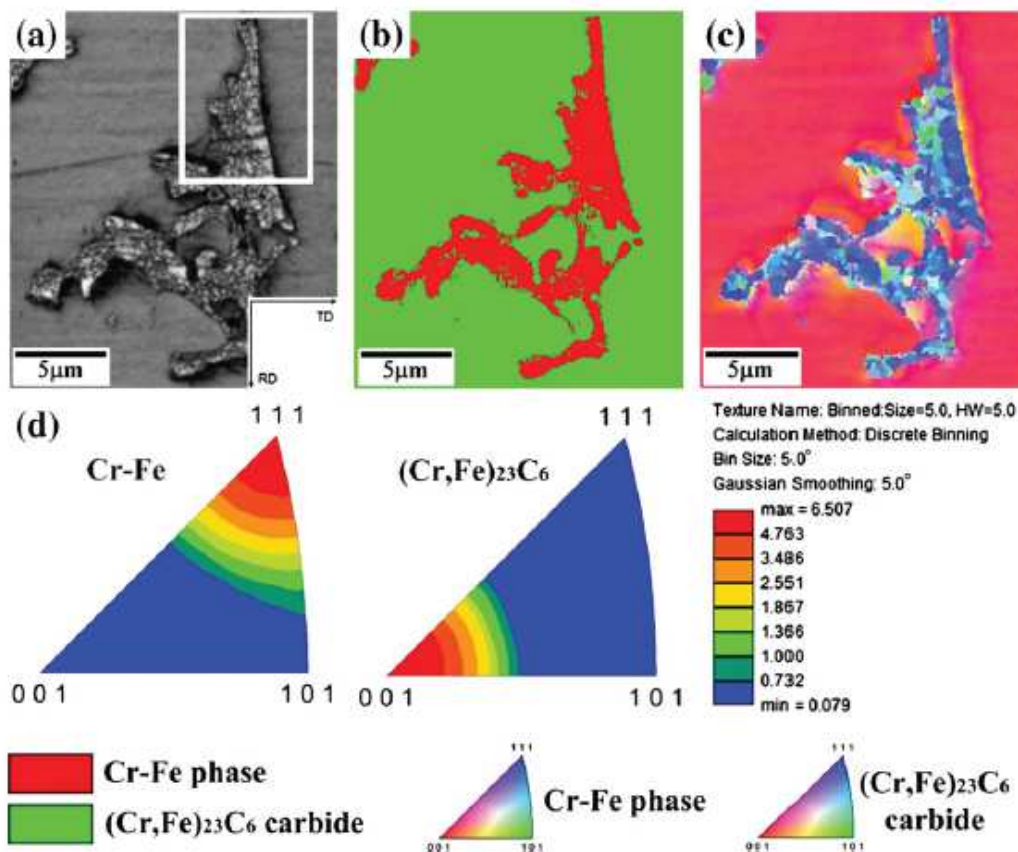
شکل 8 - (a) نقشه کیفیت تصویر، (b) نقشه فاز، (c) نقشه جهت گیری شکل قطب معکوس در جهت [001] (عمود بر سطح نمونه) یک آلیاژ هیپوآوتکتیک با میزان کربن 2/3wt% و (d) ارائه شکل های قطب معکوس برای هر فاز در جهت [001]. در این نقشه کیفیت تصویر، جهت چرخش (RD) و جهت تقاطع (TD) بوسیله پیکان نمایش داده شده اند. جهت گیری های کریستالوگرافی نقشه شکل قطب معکوس توسط مثلث های استریوگرافی (حاوی تصویر برجسته شده به روش استریوگرافی) ارائه شده است.

همانطور که در شکل 8(d) نشان داده شده است، فازهای اولیه و اوتکتیک α ، یک جهت گیری در جهت ترجیحی کریستال نمایش می دهند. شکل 9 زاویه ناهماهنگی مشخص شده و نقشه زاویه ناهماهنگی¹⁰ مرز دانه فازهای اولیه α ، علامت گذاری شده در شکل 8(a) را نشان می دهد. همانگونه که در شکل 9(a) نشان داده شده است، به همان میزان که این زاویه ناهماهنگی دارای دامنه ای از 3 درجه تا 20 درجه می باشد، این کسر عددی به تدریج از 25/ به 04/ کاهش می یابد. باین حال، این کسر عددی وضعیت مسطح ماندی را نشان می دهد، و همچنین این زاویه ناهماهنگی تا 20 درجه می باشد. در شکل 9(b)، کرانه های زاویه بالا (برای زاویه ناهماهنگی بزرگتر از 10 درجه) با خطوط قرمز و خطوط سیاه مشخص شده اند و می توان مشاهده نمود شامل اکثریت مرزها در دانه های فاز اولیه α می باشند. مرزهای زاویه پایین با خطوط نارنجی و سبز پر رنگ (خطوط نارنجی؛ درجه ناهماهنگی کمتر از 5 درجه) در زیر دانه وجود دارند. بر اساس اطلاعات بالا، فاز اولیه α با جهت گیری تصادفی نسبی، ساختار پلی کریستالی را نشان می دهد و شامل یک مرز بسیار بزرگ و زاویه بالا می باشد، که بوسیله مکانیسم رشد دندیریتی ایجاد شده است.



شکل 9 - ویژگیهای زاویه ناهماهنگی مرز دانه برای فاز اولیه α علامت گذاری شده در شکل 8(a): (a) کسرهای عددی زاویه ناهماهنگی مختلف و (b) نقشه ناهماهنگی مرز دانه.

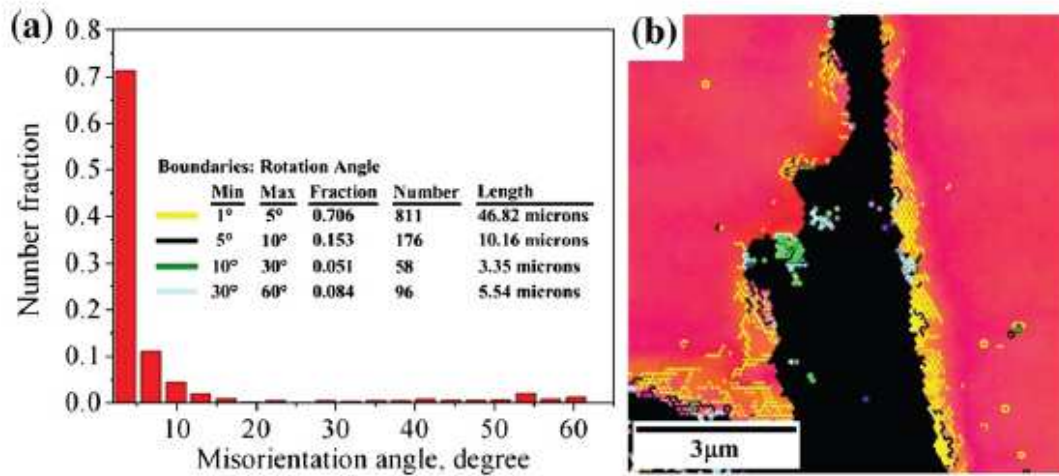
¹⁰ Misorientation angle



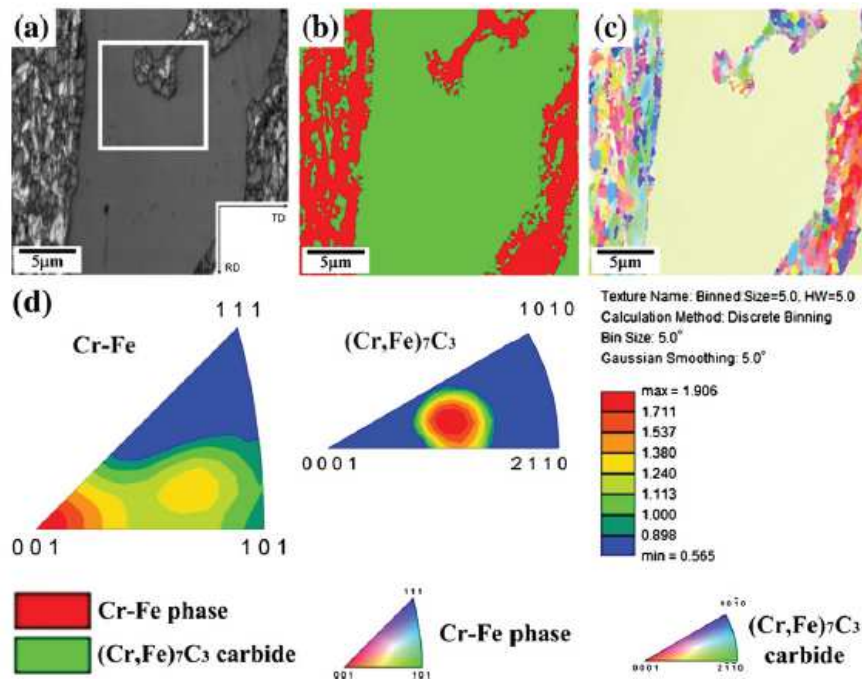
شکل 10 – (a) نقشه کیفیت تصویر، (b) نقشه فاز، (c) نقشه جهت گیری شکل قطب معکوس یک آلیاژ با میزان کربن 3/8wt% و (d) ارائه شکل های قطب معکوس برای هر فاز. جهت گیری های کریستالوگرافی نقشه شکل قطب معکوس توسط مثلث های استریوگرافی (حاوی تصویر برجسته شده به روش استریوگرافی).

شکل 10 نقشه های پراکندگی الکترونیهای برگشتی، بدست آمده بر روی آلیاژ هیپراوتکتیک با میزان کربن wt% 3/8 را نشان می دهد. مقادیر کیفیت تصویر تشخیص داده شده در شکل 10(a)، دارای دامنه ای بین 60 و 470 است. نقشه فاز مربوطه در شکل 10(b) نشان داده شده است. فاز اوتکتیک α به رنگ قرمز نشان داده شده و کاربیدهای $(Cr, Fe)_{23}C_6$ اولیه و اوتکتیک به رنگ سبز نشان داده شده است. نقشه جهت گیری شکل قطب معکوس در جهت [001] در شکل 10(c) نشان داده شده است. همانطور که در شکل 10(d) نشان داده شده است، کاربید اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ دارای جهت گیری کریستال $\langle 001 \rangle$ ترجیح داده شده و فاز اوتکتیک α یک جهت کریستال ترجیحی $\langle 111 \rangle$ را نشان می دهد. زاویه ناهماهنگی تعیین شده برای کاربید $(Cr, Fe)_{23}C_6$ اولیه، در شکل 11(a) نشان داده شده است. می توان مشاهده نمود که اکثریت زاویه ناهماهنگی در محدوده 1 تا 10 درجه قرار می گیرد، در حالی که فقط تعداد اندکی از مرزهای دانه با زاویه بالا، مشاهده می

شود. همانگونه که در شکل (b) نشان داده شده است، نقشه زاویه ناهماهنگی مرز دانه، جزئیات مهمی از کاربیدهای $(Cr, Fe)_{23}C_6$ اولیه را نشان می دهد.



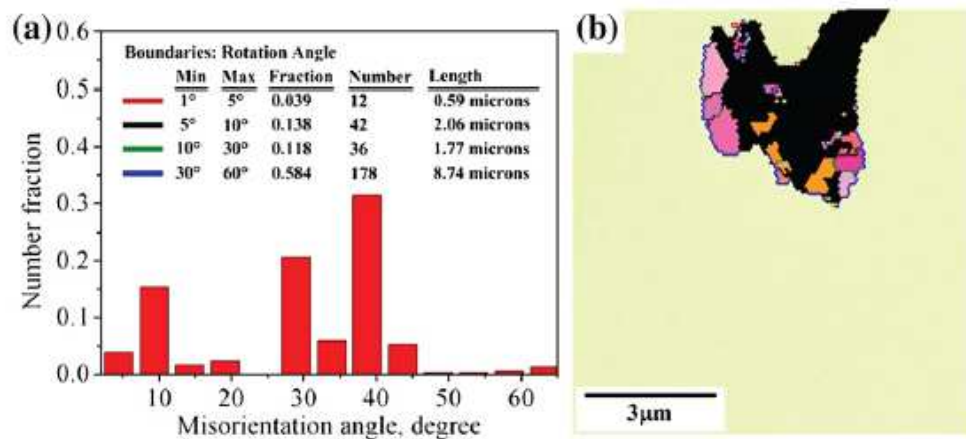
شکل 11- ویژگیهای زاویه ناهماهنگی مرز دانه برای کاربید $(Cr, Fe)_{23}C_6$ اولیه علامت گذاری شده در شکل (a): 10(a) کسرهای عددی زاویه ناهماهنگی مختلف و (b) نقشه زاویه ناهماهنگی مرز دانه.



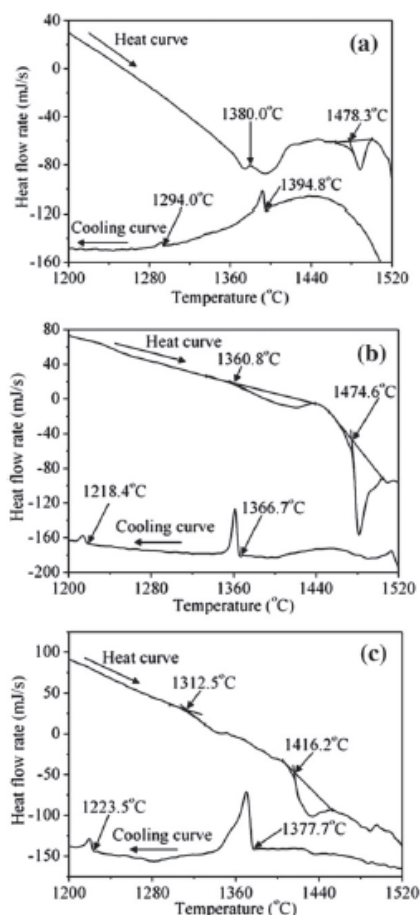
شکل 12- (a) نقشه کیفیت تصویر، (b) نقشه فاز (c) نقشه جهت گیری شکل قطب معکوس یک آلیاژ هیپوآوتکتیک با میزان کربن 5/9wt% و (d) ارائه شکل های قطب معکوس برای هر فاز. جهت گیری های کریستالوگرافی نقشه شکل قطب معکوس توسط مثلث های استریوگرافی.

مرزهای زاویه کم با خطوط زرد و سیاه (خطوط زرد، کمتر از 5 درجه ناهماهنگی) تزئین شده اند و می توان مشاهده نمود که شامل اکثریت مرزها در دانه کاربید $(Cr, Fe)_{23}C_6$ اولیه می باشند. با این حال، مقادیر زیادی از مرزهای زاویه کم بین کاربید اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و کاربید اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ رخ می دهد. کاربید اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ با بافت قوی، با یک ساختار تک کریستالی وجود دارد و دارای یک مرز با زاویه اندکی می باشد، که باعث ایجاد مکانیسم رشد چند ضلعی می شود.

شکل 12 نقشه های پراکندگی الکترون های برگشتی بدست آمده بر روی یک آلیاژ هیپراوتکتیکی با میزان کربن 5/9 wt% را نشان می دهد. مقادیر کیفیت تصویر تشخیص داده شده، که در شکل 12(a) نشان داده شده است، دارای دامنه بین 10 تا 100 می باشد. نقشه فاز مربوطه نشان داده شده در شکل 12(b) نشان می دهد که فاز اوتکتیک α ، به رنگ قرمز، و کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ و اوتکتیک به رنگ سبز نشان داده شده است. جهت گیری شکل قطب معکوس در جهت [001] نشان می دهد که فاز اوتکتیک α ، یک جهت گیری تصادفی مربوطه را نشان می دهد و دانه $(Cr, Fe)_7C_3$ دارای یک بافت قوی می باشد (شکل 12(d)).



شکل 13 - ویژگیهای زاویه ناهماهنگی مرز دانه برای کاربید $(Cr, Fe)_7C_3$ علامت گذاری در شکل 12(a): (a) کسر عددی زاویه ناهماهنگی مختلف و (b) نقشه زاویه ناهماهنگی مرز دانه.



شکل 14 - منحنی های کالری سنج اسکن دیفرانسیل آلیاژهای Cr-Fe-C با مقادیر کربن مختلف (a)

5/9wt% و 3/8 wt% (b) 2/3wt%

فاز α اوتکتیک نشان داده شده در شکل 12(d)، یک جهت گیری کریستال نسبتاً ترجیح داده شده $\langle 001 \rangle$ را نشان می دهد. در شکل 13(a)، زاویه ناهماهنگی کاربید اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ ، یک مقدار ماکزیمم را در 39 درجه نشان می دهد، و پس از آن برخی از آنها کمی از میزان ماکزیمم کمتر و در 29 درجه و 9 درجه هستند. نقشه زاویه ناهماهنگی مرز دانه برای کاربید اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ نمایش داده شده در شکل 13(b)، نشان می دهد که دانه اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ ، هیچگونه مرزی ندارد. مرزهای با زاویه بالا، که با خطوط آبی و سبز تزئین شده اند، در میان کاربیدهای اولیه اوتکتیک $(Cr, Fe)_7C_3$ ، و اوتکتیک رخ می دهند. کاربید اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ بافت قوی، دارای ساختار تک کریستالی است و هیچگونه مرزی ندارد، که باعث ایجاد مکانیسم رشد چندضلعی شود.

3.4 - وضعیت جامد سازی

شکل 14 منحنی های کالری سنج اسکن دیفرانسیل را برای آلیاژهای Cr-Fe-C با سه ترکیب مختلف کربن نشان می دهد. جدول 5 نتایج کالری سنج اسکن دیفرانسیل نشان داده شده در شکل 14 در طول حرارت دهی و خنک کنندگی را به طور خلاصه نشان داده است. شکل 14(a) نشان می دهد که آلیاژ Cr-Fe-C با میزان کربن wt% 2/3 دارای دو اوج اگزوترمی در منحنی خنک کنندگی می باشد. دمای شروع اوج اول در $1394/8^{\circ}\text{C}$ ، به علت شکل گیری و رشد فاز اولیه α می باشد. در درجه حرارت پایین، اوج دوم اگزوترمی در 1294°C مشاهده می شود، که بوسیله تشکیل $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ ایجاد می شود. کالری سنج اسکن دیفرانسیل بدست آمده برای آلیاژ Cr-Fe-C با میزان کربن wt% 3/8، اولین اوج اگزوترمی را در $1366/7^{\circ}\text{C}$ در هنگامی نشان می دهد که تشکیل و رشد کاربید $(Cr, Fe)_{23}C_6$ رخ می دهد (شکل 14(b)). با کاهش مداوم درجه حرارت، اوج دوم اگزوترمی در $1218/4^{\circ}\text{C}$ مشاهده می شود که به تشکیل $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ اوتکتیک نسبت داده می شود. همانگونه که در شکل 14(c) نشان داده شده است، هنگامی که میزان کربن به wt% 5/9 می رسد، منحنی خنک کنندگی، درجه حرارت انتقال فاز اولیه را در $1377/7^{\circ}\text{C}$ نشان می دهد که مربوط به تشکیل و رشد کاربید $(Cr, Fe)_7C_3$ اولیه می باشد. دمای انتقال فاز دوم در $1223/5^{\circ}\text{C}$ ، اطمینان از تشکیل $[\alpha + (Cr, Fe)_7C_3]$ اوتکتیک را فراهم می کند.

4 - نتیجه گیری

روش پراش الکترون های برگشتی، با موفقیت برای تجزیه و تحلیل جهت گیری کریستالوگرافی و ناهماهنگی مرز دانه از مراحل تشکیل شده در آلیاژهای Cr-Fe-C با سه غلظت مختلف کربن، بکار گرفته شده است. به همان میزان که مقدار کربن از wt% 2/3 به wt% 5/9 تغییر می کند، مورفولوژی فاز اولیه از شکل دندریتی با ساختار تراش نخورده، به شکل چند ضلعی با ساختار تراش خورده عبور می کند. کاربیدهای اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ و $(Cr, Fe)_7C_3$ با بافت قوی دارای یک ساختار تک کریستالی می باشند و دارای مرز با زاویه کم هستند، که منجر به مکانیسم رشد چند ضلعی می شود. با این وجود، فاز اولیه α با جهت گیری تصادفی نسبی، یک ساختار پلی کریستالی را نشان می دهد و دارای یک مرز متراکم با زاویه بالا است، که بوسیله مکانیسم رشد دندریتی ایجاد می شود. انتقال فاز در طی فرآیند جامد سازی نیز توسط کالری سنج اسکن دیفرانسیل، مورد بررسی قرار گرفته است.

در آلیاژ $Cr-18/4Fe - 2/3C$ ، فاز اولیه α در $1394/8^{\circ}C$ جامد می شود و کلنی اوتکتیک در $1294^{\circ}C$ شکل می گیرد. هنگامی که میزان کربن به $3/8wt\%$ افزایش می یابد، ساختار شامل کاربید اولیه $(Cr, Fe)_{23}C_6$ در $1366/7^{\circ}C$ جامد می شود و $[\alpha + (Cr, Fe)_{23}C_6]$ اوتکتیک در $1218/4^{\circ}C$ تشکیل می شود. هنگامی که میزان کربن به $5/9wt\%$ می رسد، کاربید اولیه $(Cr, Fe)_7C_3$ و اوتکتیک $[\alpha + (Cr, Fe)_7C_3]$ ، به ترتیب در $1366/7^{\circ}C$ و $1223/5^{\circ}C$ تشکیل می شوند.

تشکر و سپاسگزاری

نویسندگان این تحقیق از پشتیبانی مالی وزارت امور اقتصادی و شورای علمی ملی تحت پروژه های شماره 117

– S-1 - A-08 - 17 - EC - 99 و NSC99-2221-E-005-033-MY3 تشکر و سپاسگزاری

می کنند.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی