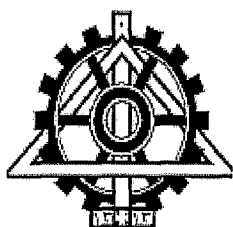


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۹۳۹۷۷



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده مهندسی متالورژی و مواد

عنوان:

تأثیر اتمسفر گازی حاوی مونو اکسید کربن بر مورفولوژی و ترکیب فازی

نانو ذرات مغناطیسی هگزا فیریت ها

نگارش:

امین یوردخانی

استاد راهنما:

دکتر سید علی سید ابراهیمی

استاد مشاور:

دکتر حسین عبدی زاده

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی متالورژی و مواد

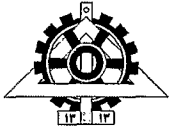
گرایش شناسایی، انتخاب و روش ساخت مواد مهندسی

زمستان ۱۳۸۶

۹۳۹۶۶

کتابخانه اطلاعات آران علی بابا
شماره ۱۳۸۷ / ۱۳ / ۲۴

۱۳۸۷ / ۱۳ / ۲۴



تعهد نامه اصالت اثر

اینجانبامین یوردخانی..... تایید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی این جانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. رساله

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

امضاء دانشجو:

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

چکیده

هگزافریت استرانسیم از جمله مواد سخت مغناطیسی محسوب می شود که تحت عملیات حرارتی گازی و کلسیناسیون مجدد تغییرات گسترده ای در ترکیب فازی، اندازه ذرات و مورفولوژی آن ایجاد می شود. عملیات حرارتی گازی در اتمسفر مونواکسید کربن موجب تغییر رفتار مغناطیسی این ماده می شود به نحوی که طبیعت سخت مغناطیسی آن را به نرم تبدیل می کند و در اثر کلسیناسیون مجدد پودر نانوکریستالی هگزافریت استرانسیم با خواص مغناطیسی بهتر نسبت به پودر اولیه حاصل می شود. در این تحقیق پودر هگزافریت استرانسیم تهیه شده به روش مرسوم تحت عملیات حرارتی گازی در اتمسفر دینامیک مونواکسید کربن و کلسیناسیون مجدد قرار گرفت. عملیات حرارتی گازی در اتمسفر مونواکسید کربن در دماها، دبی ها و زمان های مختلف در یک کوره تیوبی با هسته کوارتزی صورت پذیرفت. نرخ گرم کردن و سرد کردن کوره $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ بود. بهترین نمونه از لحاظ ترکیب فازی در دمای 850°C با دبی گاز $20\text{cc}/\text{min}$ به مدت 30 دقیقه حاصل شد. پودر بهینه عملیات حرارتی گازی شده در دماهای مختلف تحت کلسیناسیون مجدد قرار گرفت که هگزافریت استرانسیم تک فاز با اندازه کریستالیت 45 nm در دماهای بالاتر از 1000°C حاصل شد.

تاثیر فرایند مذکور بر ترکیب فازی، اندازه کریستالیت ها، مورفولوژی ذرات با آزمایشات پراش پرتو ایکس، میکروسکوپ الکترونی روبشی و عبوری مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. همچنین از دستگاه مغناطش سنج ارتعاشی به منظور تعیین خواص مغناطیسی پودر اولیه و نهایی استفاده شد که حاکی از افزایش چشمگیر در میدان پسماندزدای مغناطیسی در اثر عملیات حرارتی گازی و کلسیناسیون مجدد بود.

تشکر و قدردانی

لازم است از عزیزانی که مرا در انجام این پایان نامه یاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم. ابتدا از استاد راهنما جناب آقای دکتر سید ابراهیمی که با راهنمایی های خوبشان مرا در انجام این پایان نامه هدایت کردند. از جناب آقای دکتر عبدی زاده به عنوان استاد مشاور تشکر می کنم. از دانشگاه تهران و شرکت ملی گاز ایران که حمایت مالی را از این تحقیق انجام دادند قدردانی می کنم. در نهایت از مسئولین آزمایشگاه کاتالیست و مهندسی واکنش های دانشکده مهندسی شیمی که تجهیزات لازم را در اختیار اینجانب قرار دادند تشکر و قدردانی می کنم.

فهرست

۱	مقدمه
۳	۱- مروری بر مفاهیم بنیادی مغناطیس
۳	۱-۱- پارامترهای مغناطیسی
۵	۱-۲- انواع مغناطیس
۵	۱-۳- حوزه های مغناطیسی
۶	۱-۴- دیواره حوزه مغناطیسی
۷	۱-۵- ذرات تک حوزه
۷	۱-۶- حلقه پسماند
۱۰	۱-۷- فریت ها
۱۱	۱-۸- انواع فریت ها
۱۲	۲- مروری بر منابع
۱۲	۲-۱- سرامیک های مغناطیسی (فریت ها)
۱۲	۲-۱-۱- فریت های مکعبی
۱۲	۲-۱-۲- فریت های هگزاگونال
۱۳	۲-۲- روش های فراوری هگزا فریت ها
۱۳	۲-۲-۱- روش مرسوم
۱۵	۲-۲-۲- روش های غیر مرسوم
۲۳	۳-۲- اثر عملیات حرارتی گازی و کلسیناسیون بعدی بر ترکیب فازی، ریزساختار و خواص مغناطیسی هگزا فریت استرانسیم

- ۲۳-۳-۱- اثر عملیات حرارتی هیدروژن و کلسیناسیون بر ترکیب فازی هگزا فريت استرانسیم
- ۲۵-۳-۲- اثر عملیات حرارتی نیتروژن و کلسیناسیون بعدی بر ترکیب فازی هگزا فريت استرانسیم
- ۲۶-۳-۳- اثر عملیات حرارتی هیدروژن و کلسیناسیون بر میکروساختار هگزا فريت استرانسیم
- ۲۸-۳-۴- اثر عملیات حرارتی نیتروژن و کلسیناسیون بر ریز ساختار هگزا فريت ها
- ۲۹-۳-۵- اثر عملیات حرارتی گازی هیدروژن و کلسیناسیون بعدی بر خواص مغناطیسی
- ۳۰-۳-۶- اثر عملیات حرارتی گازی نیتروژن دهی و کلسیناسیون بر خواص مغناطیسی
- ۳-۳-۲- روش انجام آزمایش و تجهیزات استفاده شده
- ۳۲-۳-۱- مواد اولیه
- ۳۲-۳-۲- تهیه پودر هگزا فريت استرانسیم به روش مرسوم
- ۳۳-۳-۳- روش انجام آزمایش های عملیات حرارتی گازی تحت اتمسفر مونو اکسید کربن و کلسیناسیون
- ۳۴-۳-۴- تجهیزات مورد استفاده
- ۳۴-۳-۱- پراش پرتو ایکس (XRD)
- ۳۵-۳-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- ۳۵-۳-۳- میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)
- ۳۶-۳-۴- دستگاه مغناطیس سنج با نمونه ارتعاشی (Vibration Sample Magnetometer)
- ۳۷-۴- نتایج و بحث
- ۳۷-۴-۱- تولید پودر هگزا فريت استرانسیم به روش مرسوم
- ۳۸-۴-۲- اثر عملیات حرارتی گازی در اتمسفر مونو اکسید کربن و کلسیناسیون بر ترکیب فازی هگزا فريت استرانسیم

- ۳۸-۲-۴- اثر عملیات حرارتی گازی در اتمسفر مونو اکسید کربن بر ترکیب فازی هگزا فریت استرانسیم
- ۴۹-۲-۲-۴- اثر کلسیناسیون بر ترکیب فازی پودر بهینه عملیات حرارتی گازی شده در اتمسفر مونو اکسید کربن
- ۵۲-۳-۴- اثر عملیات حرارتی گازی و کلسیناسیون بر مورفولوژی ذرات هگزا فریت استرانسیم
- ۵۲-۱-۳-۴- اثر عملیات حرارتی گازی بر مورفولوژی ذرات هگزا فریت استرانسیم
- ۵۸-۲-۳-۴- اثر کلسیناسیون بر مورفولوژی پودر حاصل از عملیات حرارتی گازی
- ۶۲-۴-۴- اثر عملیات حرارتی گازی و کلسیناسیون بر اندازه ذرات و کریستالیت های هگزا فریت استرانسیم
- ۶۵-۵-۴- خواص مغناطیسی نمونه بهینه عملیات حرارتی شده گازی و سپس کلسینه شده در شرایط بهینه
- ۶۸-۵- نتیجه گیری
- ۶۹- مراجع

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۵	شکل ۱-۱- دیاگرام نمادین گشتاورهای مغناطیسی اتمی در چهار نوع از مواد مغناطیسی.
۶	شکل ۱-۲- چرخش ۱۸۰ درجه ای گشتاورهای مغناطیسی در دیواره حوزه مغناطیسی
۷	شکل ۱-۳- حرکت دیواره حوزه در اثر میدان اعمال شده
۹	شکل ۱-۴- حلقه پسماند مشخصه یک ماده مغناطیسی
۱۰	شکل ۱-۵- مقایسه حلقه های پسماند مغناطیسی در فریت های مغناطیسی نرم و سخت
۱۲	شکل ۱-۲- دیاگرام فازی $BaO-Fe_2O_3$ در هوا ($P_{O_2}=0/2atm$).
۱۴	شکل ۲-۲- مراحل فرایند تولید هگزافریت ها به روش مرسوم.
۲۴	شکل ۲-۳- الگوهای پراش اشعه ایکس نمونه های هیدروژن دهی شده در فشار ۱ بار به مدت ۱ ساعت در دمای الف) $700^{\circ}C$ ب) $900^{\circ}C$ $(\uparrow = Fe, \nabla = SrO, \square = Fe_2O_3, + = Fe)$ و $[] = FeO$
۲۵	شکل ۲-۴- الگوی پراش اشعه ایکس a) پودر اولیه تهیه شده به روش مرسوم b) پودر اولیه بعد از هیدروژن دهی در $700^{\circ}C$ درجه سانتیگراد در فشار $1/3$ بار به مدت ۱ ساعت c) پودر کلسینه شده در دمای $1000^{\circ}C$ درجه سانتیگراد در هوا به مدت ۱ ساعت بعد از هیدروژن دهی $(\uparrow = Fe, \nabla = Sr_7Fe_{10}O_{22}, [] = FeO)$
۲۶	شکل ۲-۵- الگوهای پراش اشعه ایکس نمونه های نیتروژن دهی شده الف) در دمای $950^{\circ}C$ به مدت ۵ ساعت در فشار اولیه ۱ بار ب) بعد از کلسیناسیون در دمای $1000^{\circ}C$ در هوا به مدت ۱ ساعت $(\Delta = Fe_3O_4, + = Fe)$
۲۷	شکل ۲-۶- میکروساختار پودر اولیه که دانه های شش وجهی را نشان می دهد
۲۷	شکل ۲-۷- ریز ساختار پودر هگزافریت استرانسیم بعد از هیدروژن دهی در دمای $700^{\circ}C$ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت در فشار $1/3$ بار
۲۸	شکل ۲-۸- ریزساختار پودر حاصل از کلسیناسیون بعد از هیدروژن دهی
۲۸	شکل ۲-۹- ریزساختار پودر هگزافریت استرانسیم بعد از نیتروژن دهی در در دمای $950^{\circ}C$ به مدت ۵ ساعت تحت فشار اولیه ۱ بار
۲۹	شکل ۲-۱۰- ریزساختار پودر اولیه هگزافریت استرانسیم
۲۹	شکل ۲-۱۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی با قدرت تفکیک بالا از پودر هگزافریت استرانسیم بعد از نیتروژن دهی در در دمای $950^{\circ}C$ به مدت ۵ ساعت تحت فشار اولیه ۱ بار و کلسینه شده در دمای $1100^{\circ}C$ درجه سانتیگراد
۳۰	شکل ۲-۱۲- مقایسه منحنی های مغناطش بین پودر اولیه، پودر هیدروژن دهی شده و کلسینه شده
۳۰	شکل ۲-۱۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی با قدرت تفکیک بالا بعد از هیدروژن دهی در $700^{\circ}C$ به مدت ۱ ساعت، تحت فشار اولیه $1/3$ bar

- شکل ۲-۱۴- تصویر میکروسکوپ الکترونی با قدرت تفکیک بالا بعد از هیدروژن دهی در 700°C به مدت ۱ ساعت، تحت فشار اولیه $1/3 \text{ bar}$ و سپس کلسینه شده در هوا در دمای 1000°C به مدت ۱ ساعت
- شکل ۳-۱- تجهیزات مربوط به سیستم عملیات حرارتی توسط گاز مونو اکسید کربن (الف) کوره تیوبی به همراه راکتور کوارتزی (ب) دبی سنج دیجیتالی گاز
- شکل ۴-۱- الگوی پراش پرتو ایکس پودر هگزافریت استرانسیم تهیه شده به روش مرسوم (هگزافریت استرانسیم = SH)
- شکل ۴-۲- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه عملیات حرارتی گازی شده در دمای 550°C و دبی گاز 30 cc/min به مدت ۱ ساعت (ووستیت = W، مگنتیت = M، سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۳- تیرگی ایجاد شده به دلیل تجزیه گاز CO در محل ورود گاز به راکتور کوارتزی.
- شکل ۴-۴- دیاگرام فازی باور- گلسنر (دیاگرام چنگالی) مربوط به احیای اکسید های آهن توسط گاز مونو اکسید کربن.
- شکل ۴-۵- الگوی پراش اشعه ایکس نمونه عملیات حرارتی شده گازی در دمای 650°C و دبی گاز 30 cc/min به مدت ۱ ساعت (سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۶- دیاگرام تعادلی مربوط به واکنش بودوارد با محور زمان و میزان گاز مونو اکسید کربن
- شکل ۴-۷- الگوی پراش اشعه ایکس نمونه عملیات حرارتی شده گازی در دمای 750°C و دبی گاز 30 cc/min به مدت ۱ ساعت (آهن = F، سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۸- الگوی پراش اشعه ایکس نمونه عملیات حرارتی شده گازی در دمای 850°C و دبی گاز 30 cc/min به مدت ۱ ساعت (آهن = F، سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۹- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه عملیات حرارتی گازی شده در دمای 850°C و دبی گاز 40 cc/min به مدت ۱ ساعت (آهن = F، سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۱۰- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه عملیات حرارتی گازی شده در دمای 850°C و دبی گاز 20 cc/min به مدت ۱ ساعت (آهن = F، سمانتیت = C، کربنات استرانسیم = SC).
- شکل ۴-۱۱- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه عملیات حرارتی گازی شده در دمای 850°C و دبی گاز 20 cc/min به مدت 0.5 ساعت (آهن = F، کربنات استرانسیم = SC).

- شکل ۴-۱۲- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه کلسینه شده در دمای ۹۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت (هگزا فریت استرانسیم = SH، هماتیت = H، $S = Sr_7Fe_{10}O_{22}$).
- شکل ۴-۱۳- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت (هگزا فریت استرانسیم = SH).
- شکل ۴-۱۴- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه کلسینه شده در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت (هگزا فریت استرانسیم = SH).
- شکل ۴-۱۵- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۱۶- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۱۷- آنالیز EDS نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت مربوط به موضع ⊗ در شکل ۴-۱۶.
- شکل ۴-۱۸- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۱۹- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۰- آنالیز EDS نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت مربوط به موضع ⊗ در شکل ۴-۱۹.
- شکل ۴-۲۱- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۲- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۳- آنالیز EDS نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم احیا شده توسط مونو اکسید کربن در دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و دبی ۳۰ cc/min به مدت یک ساعت مربوط به موضع ⊗ در شکل ۴-۲۲.

- شکل ۴-۲۴- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۵۹ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۵- آنالیز EDS نمونه بهینه تهیه شده توسط مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت مربوط به موضع \otimes در شکل ۴-۲۴.
- شکل ۴-۲۶- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۰ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۷- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۱ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۸- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۱ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۲۹- تصویر میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۲ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۳۰- تصویر میکروسکپ الکترونی عبوری (TEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۴ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۳۱- تصویر میکروسکپ الکترونی عبوری (TEM) نمونه بهینه تهیه شده توسط ۶۴ مونو اکسید کربن و سپس کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت.
- شکل ۴-۳۲- حلقه هیستریزس نمونه پودری هگزا فريت استرانسیم اولیه تهیه شده به ۶۵ روش مرسوم.
- شکل ۴-۳۳- حلقه پسماند نمونه پودری هگزا فريت استرانسیم تولید شده پس از عملیات ۶۶ گازی تحت جریان CO و کلسیناسیون بهینه.

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۹	جدول ۱-۱- کاربرد فریت ها
۱۱	جدول ۱-۲- انواع فریت ها
۳۲	جدول ۱-۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی مواد مورد استفاده
۳۵	جدول ۲-۳- حروف اختصاری استفاده شده برای فازها
۶۳	جدول ۱-۴- اندازه کریستالیت های پودر بعد از عملیات حرارتی در اتمسفر مونو اکسید کربن در شرایط مختلف
۶۳	جدول ۲-۴- اندازه کریستالیت های پودر عملیات حرارتی شده در شرایط بهینه و سپس کلسینه شده در دماهای ۹۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۱۰۰°C به مدت ۱ ساعت.
۶۵	جدول ۳-۴- خواص مغناطیسی نمونه پودری هگزا فریت استرانسیم اولیه تهیه شده به روش مرسوم
۶۶	جدول ۴-۴- خواص مغناطیسی نمونه پودری بهینه عملیات گازی شده تحت جریان CO و سپس کلسینه شده در هوا

مقدمه

مقدمه

هگزافریت استرانسیم ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) با ساختار کریستالی مگنتوپلمبیت، یکی از انواع فریت های هگزاگونال به شمار می رود. فریت های هگزاگونال گروهی از ترکیبات فری مغناطیس بر پایه Fe_2O_3 با اکسیدهای فلزات دو ظرفیتی می باشند. در میان فریت های هگزاگونال تنها فریت های نوع M که هگزافریت استرانسیم هم جزو آنها است، دارای اهمیت اقتصادی هستند و در میان فریت های نوع M هگزافریت استرانسیم دارای بالاترین میدان پسماند زدای مغناطیسی است. از این ماده در موتورهای DC مغناطیس دائم به عنوان روتور و استاتور استفاده می شود و کاربرد زیادی در خودروها دارد. همچنین از لایه های نازک فریتی در محیط های ذخیره اطلاعات مغناطیسی، مگنتوآپتیکی و تاسیسات ماکروویو استفاده می شود. هگزافریت های نوع M در پلاستوفریت ها هم به کار می رود. قدیمی ترین روش تولید، روش مرسوم است که روش معمول برای تولید سرامیک ها است و شامل مخلوط کردن کربنات های باریم و یا استرانسیم و $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ و کلسیناسیون آنها در دمای بالای 1100°C می باشد. خرد کردن و آسیا کردن نیز برای به دست آوردن پودری با اندازه ذره مناسب انجام می گیرد برای بهینه سازی خواص مغناطیسی هگزافریت ها چندین روش سنتز غیرمرسوم ابداع گردیده است. مهمترین مسئله در این روش ها این است که مواد اولیه در یک مقیاس یونی با هم مخلوط می شوند بنابراین تبلور در دمای پایین تری انجام می شود و ذرات ریزتری حاصل می شود. روش هیدروترمال، روش همرسوبی، روش سونوکمیکال، روش سل-ژل، روش سنتز احتراقی خود پیش رونده دمای بالا و سل-ژل خود احتراقی از جمله این روش ها هستند. روش دیگر جهت تهیه پودر هگزافریت استرانسیم، عملیات حرارتی گازی تحت اتمسفر استاتیک و کلسیناسیون مجدد پودر تهیه شده به روش مرسوم است که در دهه اخیر بدان پرداخته شده است. در تحقیق حاضر از روش عملیات حرارتی گازی تحت اتمسفر دینامیک هیدروژن/ مونواکسیدکربن و کلسیناسیون مجدد پودر تهیه شده به روش مرسوم جهت تهیه نانوپودر هگزافریت استرانسیم استفاده

شده است. همچنین تاثیر فرایند فوق بر ترکیب فازی، مورفولوژی و خواص مغناطیسی پودر تهیه شده مورد بررسی قرار گرفته است.

این پایان نامه شامل پنج فصل می باشد که فصل اول شامل مروری مختصر بر مفاهیم بنیادی مغناطیس می باشد. در فصل دوم روش های مرسوم و غیر مرسوم جهت تولید پودر هگزا فریت معرفی می شود. روش انجام آزمایش ها و تجهیزات استفاده شده در فصل سوم ارائه شده است و در نهایت در فصل های چهارم و پنجم به نتایج و بحث و نتیجه گیری پرداخته شده است.

فصل اول : مروری بر مفاهیم بنیادی مغناطیس

۱- مروری بر مفاهیم بنیادی مغناطیس

۱-۱- پارامترهای مغناطیسی

الف) میدان مغناطیسی :

میدان مغناطیسی ، مشابه میدان الکتریکی که از تک بار الکتریکی حاصل می شود ، از دو قطبی مغناطیسی ایجاد می گردد . منشا این دو قطبی های مغناطیسی، حرکت های اسپینی (حرکت الکترونها به دور خود) و اربیتال (حرکت الکترونها به دور هسته) الکترون در اتم ماده می باشد که منجر به مغناطیس شدن ماده و ایجاد میدان مغناطیسی در اطراف آن می شود [۱].

ب) القای مغناطیسی :

نتیجه اعمال میدان مغناطیسی (H) القای مغناطیسی یا شار مغناطیسی (B) می باشد. در سیستم MKS واحد شار، وبر بر متر مربع (Wb/m^2) می باشد که تسلا (T) نامیده می شود. روابط زیر بین این دو پارامتر برقرار است :

$$B = \mu_0 \cdot H \quad (1-1)$$

که μ_0 نفوذ پذیری مغناطیسی (Permeability) خلاء می باشد .

$$B = \mu \cdot H \quad (2-1)$$

μ قابلیت نفوذ پذیری مغناطیسی ماده می باشد و لزوما ثابت نیست [۲].

پ) مغناطش :

تعداد ممانهای مغناطیسی موجود در واحد حجم جسم را مغناطش می گویند که معیار سنجش میزان مغناطیس شدن یک جسم می باشد. رابطه تجربی که بین سه پارامتر میدان مغناطیسی (H)، القای مغناطیسی (B) و مغناطش (M) وجود دارد به صورت زیر است :

$$B = \mu_0(H+M) \quad (3-1)$$

و یا

$$B = \mu_0 H + \mu_0 M \quad (4-1)$$

رابطه (۱-۴)، عبارت $\mu_0 H$ ، القای مغناطیسی است که از طرف میدان می آید و عبارت $\mu_0 M$ ، القای ذاتی مغناطیسی است که از ذرات جسم و مغناطیسی شدن آن ناشی می شود و به آن (Bi)Bintrinsic می گویند [۱].

ت) نفوذ پذیری و پذیرفتاری مغناطیسی:

نفوذ پذیری و پذیرفتاری مغناطیسی (μ و χ) مواد دو پارامتر مهم مورد استفاده در طبقه بندی مواد مغناطیسی می باشند که این پارامترها توسط عبارت زیر بیان می گردند [۲]:

$$\mu = B / H \quad (۵-۱)$$

$$\chi = M / H \quad (۶-۱)$$

۱-۲- انواع مغناطیس

الف) دیا مغناطیس:

اتمها در مواد دیا مغناطیس دارای هیچ گشتاور مغناطیسی دائمی نیستند. پذیرفتاری مغناطیسی (χ) چنین موادی خیلی کم و منفی در حدود ۵-۱۰- می باشد و پاسخ مغناطیسی آنها در جهت خلاف میدان مغناطیسی اعمالی می باشد. مس، طلا، بیسموت، نقره و بریلیم مثالهایی از مواد دیا مغناطیس می باشند [۲].

ب) پارا مغناطیس:

اتم ها در مواد پارا مغناطیس دارای شبکه گشتاورهای مغناطیسی دائمی هستند. پذیرفتاری مغناطیسی مواد پارا مغناطیس بسیار ناچیز و مثبت در حد ۵-۱۰ تا ۳-۱۰ است [۲].

پ) فرو مغناطیس:

در این مواد در زیر دمای کوری گشتاورهای مغناطیسی در داخل بخش های کوچک مغناطیسی در جهت موازی با یکدیگر قرار می گیرند. پذیرفتاری مغناطیسی فرو مغناطیس ها مثبت و عمدتاً در دامنه ۵۰ تا ۱۰۴ قرار می گیرد. آهن، کبالت، نیکل و چندین عنصر قلیایی خاکی جزء مواد فرو مغناطیس می باشند [۲].