



سنسورهای لایه‌های نازک مقاومت مغناطیسی

اس تومانسکی
دانشگاه صنعتی ورشو، لهستان

مترجم: دکتر حاجی شیرین زاده

گروه علمی شریف

۱۳۹۹

سرشناسه	: تومانسکی، اسلاومیر
عنوان و نام پدیدآور	: Tumański, Sławomir
مشخصات نشر	: سنسورهای لایه نازک مقاومت مغناطیسی / اس تومانسکی؛ مترجم حاجی شیرین‌زاده؛ [برای] پژوهشگاه مواد و انرژی.
مشخصات ظاهری	: کرج: گروه علمی شریف، ۱۳۹۹.
شابک	: ۵۶۶ ص: م‌صور، جدول، نمودار.
وضعیت فهرست نویسی	: ۵۰۰۰۰ ریال 3-3-97196-622-978
یادداشت	: فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Thin film magnetoresistive sensors, c2001.
یادداشت	: کتابنامه.
یادداشت	: نمایه.
موضوع	: ابزار لایه‌های نازک
موضوع	: Thin film devices
موضوع	: مقاومت مغناطیسی
موضوع	: Magnetoresistance
موضوع	: آشکارسازها
موضوع	: Detectors
شناسه افزوده	: شیرین‌زاده، حاجی، ۱۳۳۶ - مترجم
شناسه افزوده	: پژوهشگاه مواد و انرژی
شناسه افزوده	: Material and Energy Research Center
رده بندی کنگره	: TK۷۸۷۲
رده بندی دیویی	: ۶۸۱/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵۶۲۱۷۳



عنوان اصلی اثر: سنسورهای لایه نازک مقاومت مغناطیسی
 تألیف: اس تومانسکی
 مترجم: حاجی شیرین‌زاده؛ [برای] پژوهشگاه مواد و انرژی.
 نوبت چاپ: اول
 سال نشر: ۱۳۹۹
 شمارگان: ۲۰۰
 قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال
 شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۱۹۶-۳-۳
 ISBN: 978-622-97196-3-3

فهرست مطالب

۱	سنسورهای ناهمسان گرد مغناطیسی (AMR)	
۱-۱	اثر مغناطیسی ناهمسان گرد در فرومغناطیسی لایه های نازک	۱
۱-۱-۱	اطلاعات ضروری درباره ی اثرات مقاومت مغناطیسی	۱
۱-۱-۲	منشا اطلاعات اولیه در مورد اثرات مقاومت مغناطیسی ناهمسان گردها	۱۱
	در فلزات فرومغناطیس	
۱-۱-۳	تئوری مقاومت مغناطیس ناهمسان گرد در فلزات فرومغناطیس	۱۶
۱-۱-۴	لایه نازک فرومغناطیس به عنوان حسگر میدان مغناطیسی	۲۲
۱-۱-۵	استفاده از مدل Stoner-Wohlfarth برای تجزیه و تحلیل اثرات مغناطیسی	۲۹
۲-۱	تکنیک های بایاس کردن و پایداری میدان نسبت به لایه های نازک در سنسور	۳۵
۲-۱-۱	بایاس کردن و پایداری در مقاومت های مغناطیسی فرومغناطیس	۳۵
۲-۱-۲	لایه نازک حقیقی و ساختار چند منطقه ای و تفرق و ناهمسان گردی	۴۳
۲-۱-۳	سنسور بایاس شده با لایه مغناطیسی سخت	۵۸
۲-۱-۴	آزمایش عملکرد توزیع جریان با لایه فصل مشترک سنسور	۶۶
۲-۱-۵	آزمایش رابطه تعامل لایه های غیرمغناطیسی با استفاده از بهره گیری از پارامترهای اولیه	۷۵
۲-۱-۶	روش تهیه زیرلایه سطح و فصل مشترک و تطابق آن با شبکه فرومغناطیس	۸۲
۲-۱-۷	سنسورهای عنصر دوگانه	۹۰
۲-۱-۸	نقاط قوت تکنیک جریان متناوب (AC) در بایاس	۹۹

۱۰۷	۹-۲-۱	حالت معکوس بایاس (تعصب)
۱۰۹	۳-۱	طراحی و اجرای حسگرهای ناهمسان گرد (AMR)
۱۰۹	۱-۳-۱	تأثیر شکل هندسه نمونه بر اثر مقاومت مغناطیسی
۱۱۷	۲-۳-۱	تأثیر اثر مقاومت مغناطیسی بر شکل هندسی آنان
۱۲۸	۳-۳-۱	عوامل فنی مؤثر بر عملکرد سنسورهای مقاومت مغناطیسی ناهمسان گردی
۱۵۴	۴-۳-۱	عوامل فن آوری مؤثر بر عملکرد سنسورهای ناهمسان گرد (AMR)
۱۷۸	۵-۳-۱	عملکرد سنسورهای مقاومت مغناطیسی ناهمسان گرد
۱۹۹		منابع
	۲	سنسور مقاومت مغناطیسی بسیار بزرگ
۲۲۷	۱-۲	اثرات مقاومت مغناطیسی بسیار بزرگ
۲۲۷	۱-۱-۲	بررسی تاریخچه و سیر تکاملی آن
۲۳۸	۲-۱-۲	مبادله چرخش تبادل نوسان اسپین ها در چند لایه مغناطیسی
۲۵۴	۳-۱-۲	تأثیرات جفت شدن اسپین ها در سازه ها (ساختار) چندلایه
۲۶۲	۴-۱-۲	مدل های نظری مقاومت مغناطیسی بزرگ
۲۷۳	۵-۱-۲	چند لایه فرومغناطیسی به عنوان سنسور میدان مغناطیسی
۲۸۸	۲-۲	انواع مختلف ساختارهای مقاومت مغناطیسی بزرگ (GMR)
۲۸۸	۱-۲-۲	ساختارهای با جفت شدگی آنتی فرومغناطیس
۳۰۰	۲-۲-۲	ساختارهای دانه ای GMR
۳۰۸	۳-۲-۲	ساختارهای اسپین - ولف (چرخش اسپینی) با لایه های مغناطیسی نامتقارن (ساختارهای جفت نشده)

۳۱۷	سازه‌های دریچه چرخش با لایه تعویض تبادلی	۴-۲-۲
۳۱۷	ساختارهای اسپین - والف با لایه بایاس شده تبادلی	۱-۴-۲-۲
۳۳۴	ساختارهای جریان عمود بر صفحه (CPP)	۵-۲-۲
۳۴۲	ساختارهای دارای اتصال تونلی مغناطیسی (MTJ)	۶-۲-۲
۳۴۹	ساختارهای مقاومت مغناطیسی بسیار بزرگ (CMR)	۷-۲-۲
۳۵۵	ساختارهای امپدانس مغناطیسی بزرگ (GMI)	۳-۲
۳۶۱	آماده سازی، طراحی و ساخت سنسورهای GMR	۴-۲
۳۶۱	روش لایه نشانی لایه‌های نازک ساختار مقاومت مغناطیسی بزرگ (GMR)	۱-۴-۲
۳۶۷	فاکتورهای تکنولوژیکی موثر بر عملکرد سنسورهای GMR	۲-۴-۲
۳۸۲	اثر شکل در قطعات GMR لایه نازک	۳-۴-۲
۳۹۴	اثرات شکل در دستگاه‌های مغناطیسی فیلم نازک	۴-۴-۲
۳۹۴	طراحی و ساخت سنسورهای مغناطیسی	۵-۴-۲
۴۱۲	منابع	
	کاربرد سنسورهای مقاومت مغناطیسی بزرگ	۳
۴۱۹	اندازه گیری‌های مغناطیسی	۱-۳
۴۱۹	مغناطیس سنج‌ها و قطب‌نماها	۱-۱-۳
۴۳۵	گرادیومتر، تشخیص خطاهای مغناطیسی	۲-۱-۳
۴۴۲	اندازه گیری الکتریکی	۲-۳
۴۴۲	مبدل‌های جریان	۱-۲-۳
۴۴۹	نحوه استفاده از لجیک الکترونیکی برای اندازه گیری جریان الکتریکی	۲-۲-۳

مقدمه

سنسورهای مغناطیسی فیلم نازک به‌طور گسترده‌ای در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود. مهمترین آنها کاربردهای آنها به‌عنوان خواننده شده است. سنسورهای مغناطیسی همچنین به عنوان مبدل مکانیکی و البته به عنوان سنسور میدان مغناطیسی، به عنوان مثال در قطب نما استفاده می‌شوند. تنوع زیادی از سنسورهای مغناطیسی در بازار وجود دارد. با این حال، در دسترس بودن حسگرهای مغناطیسی در بازار به این معنی نیست که تحقیقات در این زمینه با شدت کمتری انجام می‌شود.

در کنفرانس‌های علمی اختصاص یافته به حسگرهای مغناطیسی یا به‌طور کلی مغناطیس، موضوع "مقاومت مغناطیسی" در تعداد زیادی مقاله پوشش داده شده است. هر سال، هر کنفرانس اخبار انقلابی به همراه دارد. پیشرفت در سنسورهای مغناطیسی لایه نازک به دلیل علاقه علمی و تجاری زیاد امکان‌پذیر است. این همیشه به نفع سنسورهای مغناطیسی بوده است که فناوری فیلم نازک و مقاومت مغناطیسی مورد علاقه سایر فعالیت‌های پشتیبانی مالی غالباً بهتر بودند. برای فیزیک بنیادی، تحقیقات درباره پدیده‌ها در فیلم‌های مغناطیسی نازک همیشه با ارزش بود، زیرا توضیح و درک مغناطیس در این خاص آسان‌تر بود.

شکل از مواد مغناطیسی (در مقایسه با فرم عمده). مهمترین پشتیبانی برای بررسی مقاومت مغناطیسی در فیلم نازک از صنعت رایانه ناشی می‌شود زیرا بدیهی است که نسل بعدی هد ضبط با چگالی بالا براساس اثرات مغناطیسی ساخته خواهد شد. به همین دلیل موضوع "حسگرهای مغناطیسی لایه نازک" به‌طور گسترده‌ای است در این کتاب شرح داده شده است. نه تنها مبدل‌های اندازه‌گیری کلاسیک توصیف شده است، بلکه سایر دستگاه‌های مغناطیسی مانند عناصر سوئیچینگ و منطقی ضرب‌ها و مقره‌ها، دستگاه‌های حافظه و از همه مهمتر هد خواننده شده است. همچنین فیزیک فیلم‌های مغناطیسی نازک و فناوری فیلم نازک به‌طور جامع ارائه شده است.

فناوری سنسورهای غول مغناطیسی غول پیکره بسیار پیچیده و تصفیه شده است و بنابراین به عنوان نمونه‌ای از فناوری فیلم نازک توصیف می‌شود. بنابراین این کتاب نه تنها یک کلاس از سنسورها، سنسورهای مغناطیسی را توصیف می‌کند، بلکه در مورد بسیاری از موضوعات جهانی تر

مانند مغناطیس نیز بحث می کند. از فیلم های نازک، فناوری فیلم نازک و اندازه گیری مغناطیسی. بنابراین باید برای انواع مختلف خوانندگان مفید باشد. برای متخصصان با کیفیت بالا باید به عنوان یک بررسی جامع از تمام دانش موجود تا به امروز جالب باشد. توصیف ریاضی است که به تنهاترین تعاریف مهم محدود است، بنابراین سطح نیز قابل اجرا به دانشجویان و مهندسين تمرین می کند. این کتاب خصوصاً خطاب به مهندسان است. نویسنده مهندسی است که بیش از سی سال در زمینه اندازه گیری های صنعتی و مغناطیسی فعالیت داشته است. به همین دلیل است که اطلاعات عملی زیادی در مورد عملکرد سنسورها و تجربیات نویسنده در طراحی و ساخت مبدل ها وجود دارد. معمولاً سنسورهای مغناطیسی به سنسورهای مغناطیسی ناهمسانگرد و حسگرهای مغناطیسی غول تقسیم می شوند.

این طبقه بندی از مکانیسم ها و ویژگی های مختلف این اثرات ناشی می شود. مقاومت مغناطیسی غول پیکر اخیراً تا حدودی به دلیل همین نام بازاریابی مد شده است. همزمان حسگرهای مغناطیسی به عنوان کمی قدیمی رقیب می شوند. در همین حال سنسورهای مغناطیسی هنوز حساسیت بهتری دارند و در تکنولوژی بسیار ساده ترند.

به نظر نویسنده هر دو نوع سنسور مقاومت مغناطیسی عملکرد منحصر به فرد خود را دارند و هر دو مکمل تر از رقابت هستند. به همین دلیل در این کتاب سنسورهای مغناطیسی ناهمسان گرد و سنسورهای غول مغناطیسی غول یکسان ارائه شده اند. در حقیقت دانش در مورد حسگرهای مغناطیسی ناهمسان گرد تثبیت شده تر است و بنابراین می توان خصوصیات آنها را به طور مفصل مورد بحث قرار داد. تحقیقات در مورد سنسورهای مقاومت مغناطیسی غول پیکر هنوز در حال انجام است و جدیدترین اطلاعات در اینجا ارائه شده است.

هر سه قسمت کتاب: حسگرهای مغناطیسی ناهمسان گرد، حسگرهای مقاومت مغناطیسی غول پیکر و برنامه ها به صورت بخش های جداگانه (یا منابع مستقل و مفهوم منطقی مستقل) نوشته شده اند. بنابراین لازم نیست که کتاب را از ابتدا بخوانید. برای مثال، اگر خوانندگان به فیزیک اثرات مغناطیسی علاقه ندارند و فقط اطلاعات مربوط به کاربردها یا عملکرد حسگرها را می خواهند، فقط خواندن فصل های جداگانه کافی است. در هر دو قسمت اصلی ساختار یکسان است- ابتدا تئوری، سپس شرح انواع مختلف سنسورها، و در آخر فناوری، طراحی و عملکردها.

حسگرهای مغناطیسی فیلم نازک بسیاری از ویژگی‌های منحصر به فرد را نشان می‌دهند. آنها می‌توانند بسیار کوچک و دارای ابعادی از قسمت‌های میکرومتر باشند. آنها می‌توانند طیف گسترده‌ای از میدان‌های مغناطیسی، از پیکو تسلا تا چندین تسلا را تشخیص دهند. اندازه‌گیری میدان‌های مغناطیسی جریان مستقیم و متناوب امکان پذیر است. از آنجا که سنسورها میدان را در صفحه فیلم تشخیص می‌دهند، می‌توانند در نزدیکی منطقه مورد بررسی قرار گیرند، به عنوان سنسورهای تماسی.

قیمت برخی از سنسورهای موجود در بازار ممکن است تنها چندین دلار باشد. سنسورهای مقاومت مغناطیسی و همچنین مبدل‌های پیچیده، به عنوان مثال قطب‌نمای سه محوری. بنابراین ارزش دارد این کتاب را بخوانید تا درک بهتری از ویژگی‌های سنسورهای مقاومت مغناطیسی داشته باشید و امیدوارم بتوانید از آنها به طور موثرتری استفاده کنید. با این حال، نویسنده خواندن این کتاب را به عنوان دامن‌بازی از جذاب‌ترین وقایع فن‌آوری بالا نیز توصیه می‌کند. سنسورهای ساخته شده در مقیاس اتمی نانومتری بدیده‌های خارق‌العاده و کاملاً شناخته شده‌ای از خود نشان می‌دهند. برنامه‌های مورد انتظار این حسگرها در آینده، به ویژه در سیستم‌های ذخیره داده، چشم‌اندازهای جدیدی را برای کل علوم باز می‌کند.