

ویژگی های خواص الکتریکی لایه های نازک کریستال $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ بدست آمده از روش MBE

مهدوی حیدر؛ مدداف رحیم؛ عباس اف شیرین

گروه فیزیک نیمرسانا، دانشکده مسائل هسته ای، آکادمی علوم جمهوری آذربایجان، باکو

چکیده

در این تحقیق لایه های نازک کریستال $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ که $(x=5-15\%)$ در دمای پخت $T=400-600\text{ K}$ به روش اپیتاکسی در خلا 10^{-5} Pa که با دستگاه خلا مدل UVP-71P3 روسی در آزمایشگاه دانشکده فیزیک آکادمی علوم تهیه شده و خواص الکتروفیزیکی لایه ها و تغییرات آن ها با شرایط تهیه، از قبیل ضخامت لایه، تغییر دما و میزان درصد Si در ترکیب و $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ بررسی شده است. مشخص شد با افزایش ضخامت لایه و دمای کریستال شدن چگالی دررفتگی از 2×10^5 تا $8 \times 10^5\text{ cm}^{-2}$ افزایش می یابد. و همچنین مشخص شد که با افزایش مقدار Si در کریستال چگالی حفره ها از $(10^{16}-10^{15}\text{ cm}^{-3})$ و نیز ضریب تحرک از $(1320-750\text{ cm}^2/V\text{ s})$ کاهش یافته و تعداد در رفتگی $(10^{16}-10^{17}\text{ cm}^{-3})$ افزایش می یابد.

Features of The Electrical Properties of Thin Layers of Crystalline $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ Obtained from The MBE Method

Mahdavi, Heyder ; Madadov, Rahim ; Abbasov, Sh. M.

Institute of Radiation Problems, Azerbaijan National Academy of Sciences

Abstract

The research results of electrophysical properties of thin-film construction are given on the basis of $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ ($x=0; 5$ and 15 at %), by the achieved method of molecular beam epitaxy on silicon substrate, depending on the technological parameters and annealing temperature ($T=400-600\text{K}$). It is shown that, the density of dislocation changes from $2 \cdot 10^5$ to $8 \cdot 10^5\text{ cm}^{-2}$, but the crystallization degree of the films depends on the thickness and content of Si atoms. With the increase of Si content, the hole concentration is $(10^{16}-10^{15}\text{ cm}^{-3})$, and the mobility decreases to $(1320-750\text{ cm}^2/V\text{ C})$, which is connected with the increase of concentration of defects to $(10^{16}-10^{17}\text{ cm}^{-3})$.

مقدمه

تغییر و تعیین پارامترها ضروری می باشد مکانیزم تهیه لایه های Si و Ge و نوع نقصها و خواص الکتروفیزیکی آنها اطلاعاتی در دسترس است [۳و۴]. در این کار لایه نازک $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ که با روش (MBE) بر بستر Si به روش ارائه شده در کار [۶و۵] تهیه شده و خصوصیات الکتروفیزیکی، رسانایی الکتریکی و ثابت هال به صورت تابعی از دمای تهیه آن را ارائه داده ایم.

روش کار

لایه های نازک $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ که $(x=5-15\%)$ با چگالش پرتوهای مولکولی بر بستر Si تهیه شده دارای رسانش نوع p می باشد [۷]. در زمان تهیه نمونه ها (اپیتاکسی) سیلیسیم بعنوان پایه در راستای

مطالعه و توصیف خواص کریستالها با ترکیبات جدید و مختلف نقش عمده ای در پیشرفت تکنولوژی حال و آینده دارد. یکی از مهمترین کارها در این بخش توجه به جستجو و مطالعه توصیف خواص کریستال های حاصل از سیلیسیم و ژرمانیم است. این توجه به خاطر چندین ویژگی منحصر به فرد مانند حلالیت کامل، پایداری در تغییر خواص الکتریکی، کاهش مقاومت با افزایش دما، شکاف انرژی بالا، دمای ذوب بیشتر، مقاومت مکانیکی و مقاوم در برابر تاثیر بمباران با ذرات دارای انرژی بالا و ویژگی های دیگر است. از آنجا که پارامترهای کریستال به شرایط تهیه تکنولوژیکی آن وابسته است [۱و۲]، توسعه و شرایط جدید برای

تراکم در رفتگی ساختاری در مرز زیر لایه تقریباً $(1-2,3) \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ تغییر می کند. در شرایط آزمایشگاهی مشابه به ازای مقادیر زیادتر Si یعنی $(x=5-15)$ در صد این تغییرات به صورت $(7-9) \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$ می باشد، این تفاوت ناشی از بی نظمی ایجاد شده در لایه نازک در نتیجه افزایش مقدار Si می تواند باشد (رابطه $\lg \mu \sim f(\lg T)$ در شکل ۲). در $T < 150$ رابطه $\mu \sim T^{-0.5}$ بدست آمد. بی نظمی محلی به دلیل وجود اتمهای Si در داخل لایه های $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ می باشد.

نتیجه گیری

بدین ترتیب با بررسی نتایج تحقیقات بدست آمده از کریستالهای نازک $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ (درصد ۵-۱۵) تهیه شده از روش اپیتاکسی شرایط بهینه آن تهیه و تعیین شده به طوریکه با تغییر مقدار Si در ترکیب می توان خواص الکترو فیزیکی آن را به طور هدفمند مدیریت کرد.

مرجع ها

- [1] Sh.M.Abbasov, "Influence of irradiation on electrophysical, optical and photoelectrical properties of solid solution Germanium-Silicium" publishing house "Scienc". baku (2003) 207.
- [2] E.A.Klimenko, AG Klimenko, A.F.Kravchenko, B.P.Zotev "Features electrical properties of layers of Ge, obtained on nonorienting substrates" *Iz. Vuzov. Sor. "Physics"*, 5 (1973) 26-31
- [3] Sh.M. Abbasov, G.T. Agaverdiyeva, A.S. Baitsar, U.F. Faradzhoval, G.M. Mekhdevi, "Structure and Principal Electrophysical Properties of $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ Thin Films;" *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 45, No. 2 (2009) 161-166.
- [4] Sh.M.Abbasov, G.T.Aghaverdiyeva, Heyder Mehdevi "influence of electron irradiation on spectra of light electroreflection from the surface of $\text{Ge}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ heterostructure" *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics*, 12, No. 4 (2009) 357-361.
- [5] مهدوی، حیدر، «بررسی خواص الکتروفیزیکی و فتو الکتریکی ساختارهای مختلف $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x/\text{Ge}$ بدست آمده از روش MBE» مقاله نامه کنفرانس فیزیک ایران، دانشگاه بوعلی همدان، شهریور ۱۳۸۹، صفحه ۲۸۷۲ تا ۲۸۷۵
- [6] L.P.Aleksandrov, R.N.Lovyagin, " Epitaxy of thin films of germanium and silicon atomic and molecular beams", *M., Electronics*, (1974) 34-45.
- [7] I.V.Grehov, L.S.Kostina, T.S.Argunova, E.I.Velyakova, A.V.Rozhkov, "structural and electrical properties of SiGe substrates insulator formed by direct bonding", *FTP* 44, 8 (2010) 1135-1140.
- [8] Heyder Mehdevi, Sh.M.Abbasov, U.F.Farajova, R.A.Ibrahimova, S.M. Atakishiyev³, X.A. Mamedov; "the effect of accelerated electron irradiation on the photoluminescence of $\text{Si}/\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ heterostructure " 6th international conference on TPE (ICTPE), Tabriz, Iran, 14-16 september 2010, P379-381