

Винахід відноситься до розробки надвисокочастотних (НВЧ) діелектриків і може бути використаний при виготовленні фільтруючих та генеруючих елементів для пристроїв техніки зв'язку, що працюють в діапазоні 30-2000МГц.

Такі діелектрики повинні характеризуватись високими значеннями діелектричної проникності ($\epsilon \sim 80-100$), низькими діелектричними втратами ($\text{tg } \delta_{10\text{ГГц}} \sim 10^{-3}$) і високою термостабільністю електрофізичних властивостей ($\text{ТКЧ} \sim 10^{-6}\text{К}^{-1}$) в НВЧ діапазоні [1]. Використання таких діелектриків при розробці елементної бази фільтруючих пристроїв дозволить зменшити розміри компонентів апаратури НВЧ зв'язку, підвищити її надійність, знизити виробничі і експлуатаційні затрати.

До складу відомих НВЧ діелектриків на основі титанатів барію лантану входять BaO , La_2O_3 і TiO_2 які утворюють тверді розчини типу $\text{Ba}_{6-x}\text{La}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$ - аналог [2]. Недоліком таких матеріалів є значні діелектричні втрати в НВЧ діапазоні і висока температурна нестабільність електрофізичних властивостей ($\text{ТКЧ} \gg 10^{-6}\text{К}^{-1}$) (таблиця).

Найбільш близьким по технічній суті і досягнутим результатам до винаходу, який заявляється, є НВЧ діелектричні матеріали на основі титанатів барію неодиму, які відносяться до твердих розчинів типу $\text{Ba}_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$ - прототип [3,4]. На Фіг.1 приведені температурні залежності діелектричної проникності (ϵ) - (1-3), і тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg } \delta = 1/Q$) (1'-3') діелектричних матеріалів $\text{Ba}_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$, що відносяться до прототипу. Нумерація вибрана відповідно до хімічних складів, наведених в таблиці. Діелектричні матеріали на основі титанатів барію неодиму характеризуються більш низькими діелектричними втратами порівняно з діелектриками на основі титанатів барію лантану. Але основним недоліком таких матеріалів залишається висока температурна нестабільність електрофізичних властивостей ($\text{ТКЧ} \gg 10^{-6}\text{К}^{-1}$) (Фіг.1, таблиця).

В основу даного винаходу покладено завдання одержати НВЧ діелектрики на основі титанатів барію неодиму, які поряд з високими значеннями діелектричної проникності характеризуються високою температурною стабільністю електрофізичних властивостей ($\text{ТКЧ} \sim 10^{-6}\text{К}^{-1}$). Поставлене завдання досягається частковим заміщенням іонів барію на іони свинцю у відповідності до формули $(\text{Ba}_{1-y}\text{Pb}_y)_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$; $0 \leq x \leq 1.5$; $0.20 \leq y \leq 0.70$.

Титанати барію неодиму $\text{Ba}_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$ (прототип) характеризуються значною величиною температурного коефіцієнту резонансної частоти (ТКЧ). Величина ТКЧ для таких матеріалів має позитивні значення ($\geq 100 \times 10^{-6}\text{К}^{-1}$), які на два порядки перевищують значення необхідні в техніці НВЧ. На Фіг.2 приведені температурні залежності діелектричної проникності (ϵ) - (4-6), і тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg } \delta = 1/Q$) (4'-6') діелектричних матеріалів $(\text{Ba}_{1-y}\text{Pb}_y)_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$, що відносяться до заявленого матеріалу. Нумерація вибрана відповідно до хімічних складів, наведених в таблиці. При частковому заміщенні іонів барію на іони свинцю температурна стабільність електрофізичних властивостей покращуються, при цьому температурний коефіцієнт резонансної частоти змінюється від позитивних до негативних значень, проходячи через нуль (Фіг.2, таблиця). Це має важливе значення для технічних застосувань, оскільки для електронних НВЧ схем необхідні температурно стабільні діелектрики з фіксованими незначними як позитивними так і негативними значеннями ТКЧ ($\text{ТКЧ} \pm 10^{-6}\text{К}^{-1}$).

Покращання термостабільності електрофізичних параметрів титанатів барію неодиму відбувається за рахунок впливу на характер розподілу іонів складної катіонної підгратки в різних кристалографічних положеннях, що має місце при частковому заміщенні іонів барію іонами свинцю в певній області хімічних складів, що відповідає $(\text{Ba}_{1-y}\text{Pb}_y)_{6-x}\text{Nd}_{8+2x/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$; $0 \leq x \leq 1.5$; $0.20 \leq y \leq 0.70$.

Приклади, що ілюструють винахід.

НВЧ діелектрики на основі титанатів барію неодиму одержували методом твердофазних реакцій, де в якості вихідних реагентів використовували BaCO_3 , Nd_2O_3 , TiO_2 , і PbCO_3 , кваліфікації "о.с.ч."

Для зменшення забруднення шихти під час технологічного процесу робочі поверхні барабанів були покриті вакуумною гумою. Термічний аналіз проводили за допомогою приладу STA 409 системи Netzsch на повітрі з різною швидкістю нагріву: $0.5-10^\circ\text{C}/\text{хвил}$. Вміст основних елементів визначили за допомогою хімічного аналізу. Рентгенофазовий аналіз (РФА) проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОНЗ-УМ ($\text{Cu}\alpha$ - випромінювання; Ni фільтр). Мікроструктуру кераміки досліджували за допомогою скануючого електронного мікроскопу (SEM)- JEOL JXA 840A, Tracor Series II і просвічуючого електронного мікроскопу (ТЕМ)- JEOL 2000FX працюючого при 2000кВ. Вимірювання електрофізичних характеристик кераміки барій-лантанодних титанатів (діелектричної проникності ϵ , тангенса кута діелектричних втрат $\text{tg } \delta$ і температурного коефіцієнту частоти ТКЧ) на частоті 10ГГц проводили методом "діелектричного резонатора".

В таблиці приведені порівняльні електрофізичні характеристики титанатів барію неодиму без заміщення іонів барію і з частковим заміщенням їх на іони свинцю. Як видно із даних таблиці часткове ізовалентне заміщення іонів барію іонами свинцю дозволяє значно покращати термостабільність електрофізичних характеристик НВЧ діелектриків на основі титанатів барію неодиму.

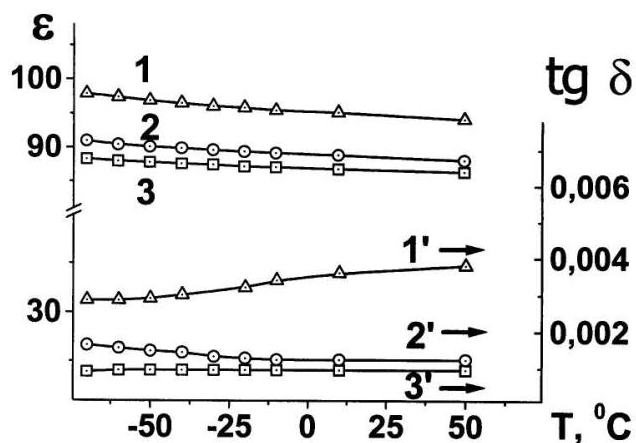


Fig.1

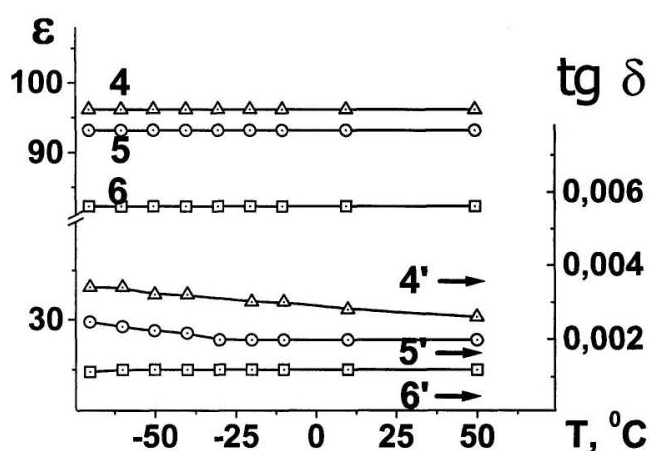


Fig.2

Список літератури.

1. Диэлектрические резонаторы в микроволновой электронике СВЧ/ Безбородов Ю.М., Гассанов Л.Г., Липатов А.А. и др. - Обзор ЭТ. Сер. Электроника СВЧ. вып.4(786). М.: ЦНИИ "Электроника". 1981, с.82.
2. Мудролюбowa Л.П., Лискер КБ., Ротенберг Б.А., Лимарь Т.Ф., Борщ А.Н., Керамические материалы на основе соединений $BaLn_2Ti_4O_{12}$ для высокочастотных конденсаторов// Электронная техника: Сер. «радиодетали и радиокомпоненты». -1982. - вып. 1, -№46. -С.3-8.
3. Kolar D., and Suvorov D. High permittivity microwave ceramics// Eur.J.Solid State biorg. Chem. -1995. -Vol.32. P. 751-760..
4. Valant M., Suvorov D., and Kolar D. The Role of Bi_2O_3 in Optimizing the Dielectric Properties of $Ba_{4.5}Nd_9Ti_{18}O_{54}$ based Microwave Ceramics// J.Mater.Res. -1996. -V.II, -№4.-P. 928-931.