

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕНЕРАЦІЇ НАДВИСОКОЧАСТОТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Кунденко М.П., д.т.н., проф.
Зубченко П.О., здобувач РВО бакалавр
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна, omsroot@kpi.kharkov.ua

Анотація: Проведений аналіз джерел надвисокочастотного випромінювання з метою створення високочутливої системи діелекметрії, яка можлива при застосуванні високостабільного джерела випромінювань RDX діапазону на основі діелектричного резонатора.

Ключові слова: дифракція, діод, частота, резонатор, частотні шуми

Створення приладів, що працюють у надвисокочастотному (НВЧ) діапазоні, здатних визначати, контролювати та за даними спостережень автоматично приймати рішення щодо стану фізичного об'єкта чи навколишнього середовища, є основною тенденцією сучасного приладобудування. Це пов'язано з розробкою нових методів визначення діелектричної проникності (ДП) мікрооб'єктів тваринництва. Резонансний метод виміру ДП заснований на вимірі зміщення частоти генератора при внесенні в об'єм вимірювального резонатора об'єкта, що досліджується. Проведений аналіз робіт показав, що точність вимірювань ДП залежить від стабільності частоти генератора та добротності вимірювального резонатора.

У даний час розроблені різні методи та схеми побудови високостабільних діодних генераторів (діоди Ганна – ДГ, лавинно-пролітні діоди – ЛПД), засновані на застосуванні параметричної стабілізації частоти високодобротними резонаторами, на множенні частоти високостабільних кварцових генераторів, на використанні зовнішньої синхронізації автопідстроювання частоти та фази [1, с. 79]. Вибір того чи іншого методу стабілізації частоти генератора залежить від вимог, що пред'являються до вимірювальної системи, таких як середня частота, короткочасна та довготривала нестабільність частоти, вид активного елемента автогенератора, спектральна щільність фазових шумів, діапазон перебудови, рівень вихідної потужності сигналу, габарити і вага.

Створення кварцових НВЧ-генераторів пов'язані з ускладненням схеми рахунок багаторазового множення частоти стабільного низькочастотного генератора, що зумовлює погіршення спектральних характеристик вихідного сигналу, оскільки шуми зростають пропорційно квадрату коефіцієнта множення. Для досягнення високої якості сигналу запропоновано та реалізовано принцип комбінованої параметричної та електричної стабілізації частоти в сантиметровій та довгохвильовій частині міліметрового діапазонів довжин хвиль. Параметрична стабілізація частоти генератора здійснюється високодобротним резонатором досягнення низького рівня частотних шумів, а електрична (система ФАПЧ з кварцовим генератором) щоб одержати високої довготривалої стабільності частоти. Метод параметричної стабілізації частоти

за допомогою зовнішніх об'ємних високодобротних резонаторів успішно використовується до частот 50–60 ГГц. Але, при просуванні більш високочастотну область ефективність об'ємних стабілізуючих резонаторів знижується через зменшення об'єму резонатора і зростання омичних втрат в стінках резонатора. Найвищою добротністю в міліметровому та субміліметровому діапазоні хвиль володіють відкриті резонатори (ОР) з металевими дзеркалами фазокоректуючими і діелектричні резонатори (ДР).

Розробки резонаторів показали можливість істотного збільшення добротностей в порівнянні з ДР на основних типах коливань [2, с. 275].

Так, для розробки напівпровідникового аналога цезієвого стандарту частоти застосовано ДР на сапфіровому стрижні з хвилею на резонансній частоті 4.85 ГГц; діаметр резонатора дорівнює 5 см; власна добротність резонатора 290000. Навантажена добротність резонатора у схемі транзисторного генератора 60000. Із застосуванням таких резонаторів створені високостабільні генератори на гетеробіполярних транзисторах.

Діелектричні резонатори, що працюють в режимі збудження вищих азимутальних коливань виробляють з ізотропних та анізотропних матеріалів. Використання при виготовленні дискових діелектричних резонаторів таких анізотропних матеріалів, як одновісні монокристали кварцу, лейкосапфіру, рутила, що мають малі значення тангенсу кута діелектричних втрат (не більше 5×10^{-6}), дало можливість підвищити власну добротність резонатора. Найкращим матеріалом з погляду рівня діелектричних втрат для дискових резонаторів є лейкосапфір (Al_2O_3). У 3 см діапазоні власна добротність лейкосапфіру близько 2×10^5 при $T = 293K$ і приблизно 5×10^7 при температурі рідкого азоту ($T = 77K$) і $(1 \dots 10) \times 10^9$ при гелієвих температурах. Добротність дискових діелектричних резонаторів приблизно дорівнює добротності діелектрика, що використовується.

Таким чином, такий резонатор істотно перевершує у цьому відношенні всі інші типи резонаторів, включаючи надпровідні резонатори. Крім того, власна добротність дискових діелектричних резонаторів з коливаннями типу «шепче галереї», виготовлених з лейкосапфіру, приблизно вчетверо вище порівняно з добротністю циліндричного резонатора з коливаннями типу.

Список літератури

1. Кунденко М. П. Електромагнітні технології в процесі кріоконсервації / М. П. Кунденко, П. О. Кравченко, О. М. Кунденко, Енсен Анне // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2017. – Вип. 187. – С. 79-81. - 2017_187_31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_
2. Kundenko, M. Stability of Self-Consistent States of Flow in a Short-Circuited Diode in a Mode with a Through Passage of Particles Kundenko, M., Rudenko, A., Yablunovska, K., Mardziavko, V. UkrMiCo 2021 - 2021 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, Proceedings, 2021, pp. 275–278. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200916091>