



Быстродействующий чувствительный детектор на основе эффекта электронного разогрева в ультратонких сверхпроводящих пленках NbN

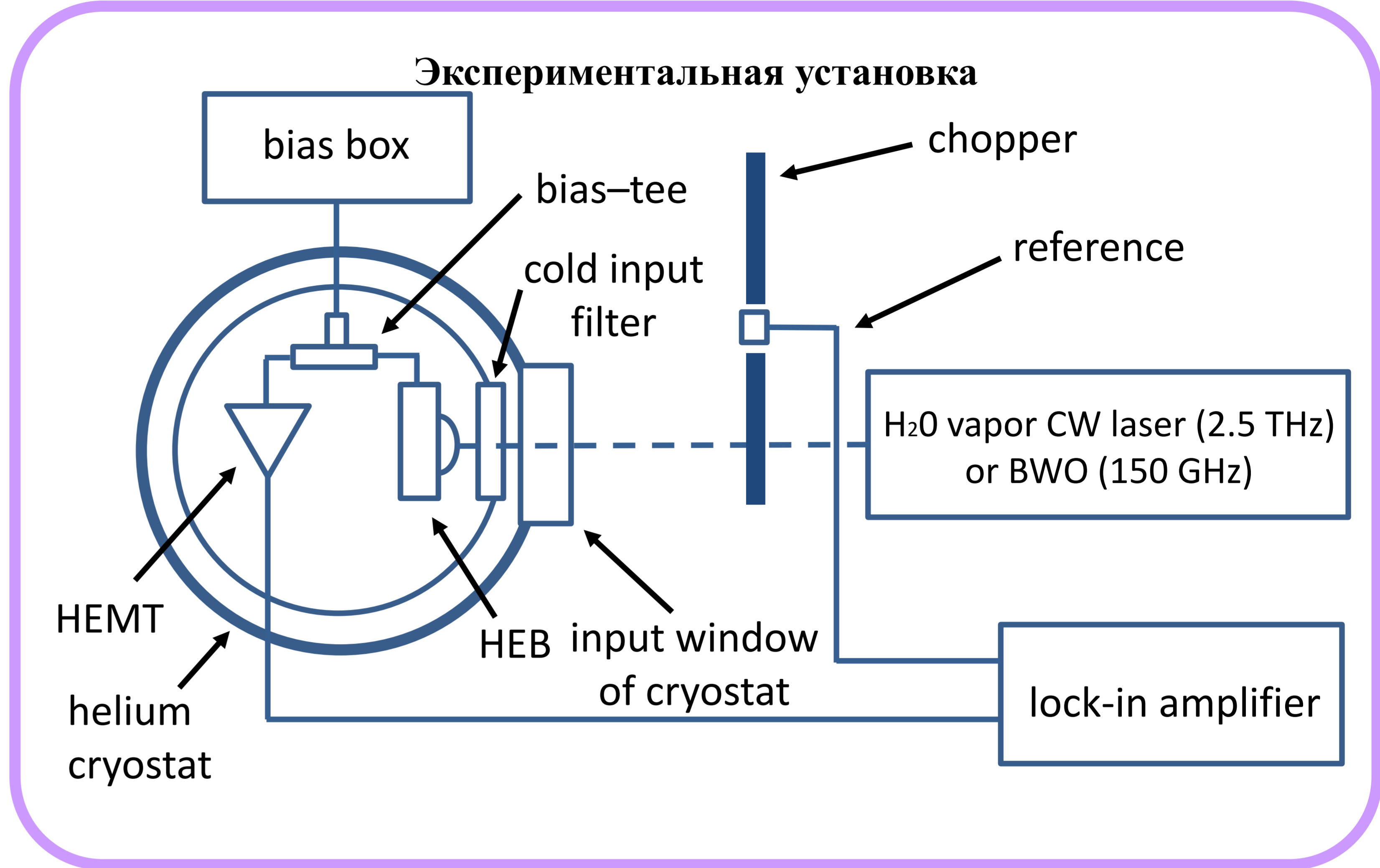


С.В. Селиверстов¹, М.И. Финкель¹, Б.М. Воронов¹, Н.С. Каурова¹, К.В. Смирнов², Ю.Б. Вахтомин², И.В. Пентин², Г.Н. Гольцман¹

¹) Учебно-научный радиофизический центр Московского педагогического государственного университета, 119992, г. Москва, ул. М. Пироговская, 29, +7(499)246-88-99, seliverstovsv@mail.ru

²) ЗАО «Сверхпроводниковые нанотехнологии», г. Москва, ул. Россолимо, 5/22-1, +7(499)246-12-02, scontel@scontel.ru

Наблюдаемое в последнее время становление и интенсивное развитие сверхпроводниковой индустрии связано, прежде всего, с созданием новых перспективных сверхпроводящих материалов, применением передовых достижений нанотехнологий, совершенствованием криогенной техники. Развитие сверхпроводниковой промышленности в области слаботочных приложений связано в первую очередь с детекторами и приемными системами инфракрасного и терагерцового диапазона частот. В настоящей работе мы представляем приемные системы терагерцового излучения, созданные в компании «Сверхпроводниковые нанотехнологии». Совершенствование технологии изготовления и переход к нанометровым размерам чувствительных элементов детекторов на базе Учебно-научного радиофизического центра Московского педагогического государственного университета (УНРЦ МПГУ) привело к созданию нового устройства - рекордного по чувствительности и быстродействию детектора миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов (НЕВ – hot electron bolometers).



Изготовление детекторов

Детектор изготовлен на основе структуры, состоящей из NbN и Au (толщина NbN 3.5 нм, толщина Au ~15 нм), осажденной на кремниевую подложку по технологии in situ (без разрыва вакуума между нанесением слоев NbN и Au). Поверхностное сопротивление пленки NbN составляет ~500 Ом/□, размер чувствительного элемента (области, с которой удален слой Au) ~0.1x1 мкм, температура сверхпроводящего перехода ~9 К, плотность критического тока ~4.5·10⁶ А·см⁻² при температуре детектора 4.2 К. Чувствительный элемент приемника интегрирован с планарной спиральной логарифмической антенной, работающей в широком частотном диапазоне.

SEM фотография центральной части детектора

Детектор на Si линзе

Технологический маршрут

Экспериментальные результаты

Семейство вольт-амперных характеристик детектора при различных температурах. Большие температуры соответствуют ниже лежащим кривым. Оптимальная рабочая зона, обозначенная овалом, соответствует температуре сверхпроводящего перехода ультратонкой пленки NbN (~ 9 К). В этой области дифференциальное сопротивление и вольт-ваттная чувствительность детектора максимальны.

Таблица. Данные измерений

Частота излучения, ТГц	0.15	2.5
Эквивалентная мощность шума, Вт · Гц ^{-0.5}	1.5 · 10 ⁻¹³	4 · 10 ⁻¹⁴
Постоянная времени детектора, пс*	50	50

* указано типичное значение для детектора на основе эффекта электронного разогрева в ультратонких пленках NbN. Непосредственно в данной работе измерения постоянной времени детектора не проводились.

Полученные значения NEP (1.5·10⁻¹³ Вт/Гц^{1/2} на частоте 150 ГГц и 4·10⁻¹⁴ Вт/Гц^{1/2} на частоте 2.5 ТГц) и постоянная времени детектора 50 пс позволяют регистрировать рекордные энергии в импульсе. Представленная в настоящей работе приемная система терагерцового диапазона является продукцией ЗАО «Сверхпроводниковые нанотехнологии».