

выходе фотодетектора будет увеличиваться до тех пор, пока не будет достигнуто его максимальное значение. Таким образом, использование описанного регулятора в системе управления автоматического ориентирования обеспечивает движение детали в заданное положение.

Литература

1. Автоматическая стабилизация оптического изображения / Ф.Н.Еськов, Ю.П.Ларионов, В.А.Новиков и др. - Л.: Машиностроение, Ленинград. от-ние. 1988.- 240с., ил.
2. Алеко М.И., Дубовик А.С. Прикладная оптика. - М.: Наука, 1982.- 352с.

УДК 621.383.52:546.289

ТЕРМОСТОЙКИЙ КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОПРИЕМНИК

К.т.н. В.Н.Годованюк

Конструкция и технология изготовления кремниевого фотодиода, предназначенного для работы в системе унифицированного оптического пирометрического преобразователя для регистрации инфракрасного излучения от объектов, нагретых до температуры 700-2000°C. Особенностью фотодиода является обеспечение работоспособности при температуре $T=150(\pm 3)^\circ\text{C}$ и способность выдерживать температуру $T=190(\pm 3)^\circ\text{C}$ в нерабочем состоянии.

Введение

В связи с необходимостью увеличения тяги реактивных авиационных двигателей появилась потребность в более точном и удобном методе контроля температуры лопаток газотурбинных двигателей, нагретых до 700-2000°C. Обусловлено это тем, что зазор между корпусом и лопатками двигателя составляет несколько микрон. Поэтому, естественно, знание температуры позволяет эффективно и безопасно их эксплуатировать.

Для этих целей использовались термопары. Однако термопары довольно трудно установить и их нельзя разместить довольно близко к лопаткам, чтобы определить их действительную температуру. В последнее время подобную задачу начинают решать с помощью фотодиодов. Так фирма «Vanzetti Infruzel» разработала систему теплового контроля лопаток турбин, в которой используются волоконно-оптические устройства, ИК-датчики и обработка сигналов. В качестве фотоприемника использовался кремниевый фотодиод со спектральной характеристикой специально подобранной для получения высокого быстродействия. Фирма «Centronik» в рекламном сообщении указала о кремниевых фотодиодах TSD-10-N и TSD-10-L, работающих при температуре 150°C для регистрации температуры в пределах от 600 до 2000°C.

Целью настоящей работы является разработка и исследование фотоприемника способного длитель-

ное время работать при повышенной температуре $T=(150\pm 3)^\circ\text{C}$.

Основные соотношения

В соответствии с законом Голицына-Вина при увеличении температуры излучателя максимум излучения сдвигается влево по спектру длин волн. Из соотношения [1,4]:

$$\lambda = 2898/T$$

следует, что при измерении температур от 700 до 2000°C максимум излучения находится в пределах $\lambda = 1,2-3,0$ мкм:

Отметим, что использование фотоприемников на традиционных для этого диапазона длин волн материалах (PbS, PbSe и др.) нецелесообразно, так как при работе на повышенных температурах они требуют охлаждения фоточувствительного слоя.

В качестве исходного материала при изготовлении фоточувствительного элемента был выбран низкоомный кремний 1A1eКЕФ с удельным сопротивлением 7,5-15 Ом/см. При этом отпала необходимость создания охранных колец. Последние, как правило, применяются на кремнии p-типа, в котором под оксидной пленкой возможно образование инверсного слоя, приводящего к возрастанию токов утечки через p-n переход.

Основной задачей работы являлась разработка фотодиода с достаточно низким значением темнового тока при рабочей температуре $T=150^\circ\text{C}$. Исходя из этого, нас интересовала температурная зависимость темнового тока.

Рассмотрим основные механизмы образования темнового тока. Диффузионная составляющая плотности темнового тока определяется из соотношения [4]:

$$I_g = e \left(n_p \cdot \sqrt{\frac{D_n}{\tau_n}} + p_n \cdot \sqrt{\frac{D_p}{\tau_p}} \right). \quad (1)$$

В нашем случае $n_p \ll p_n$, поэтому соотношение (1) можно записать в виде:

$$I_g = e \cdot \frac{n_i^2}{N_g} \cdot \sqrt{\frac{D_p}{\tau_p}}. \quad (2)$$