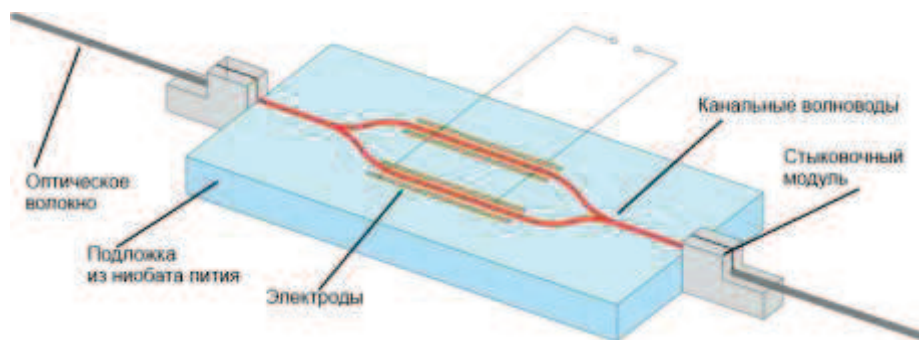


# О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ ДРЕЙФА ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ В ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

А.В. СОСУНОВ, Р.С. ПОНОМАРЕВ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15

Интегрально-оптические схемы (ИОС), широко применяются в различных областях науки и техники. ИОС (рис. 1) используются в волоконно-оптических гироскопах [1], в датчиках физических величин [2] (измерение электрического поля, температуры, давления и т. д.), в волоконно-оптических линиях связи [3].



**Рис. 1.** Интегрально-оптическая схема

Применение волоконно-оптических линий связи стало необходимо с ростом объема передаваемой информации. На частотах порядка 100 МГц потери в коаксиальном кабеле составляют около 15 дБ на каждые 100 метров кабеля. В последнее время коаксиальные кабели активно заменяются волоконными световодами, так как потери в оптическом волокне на указанной частоте составляют порядка 0,3 дБ/км.

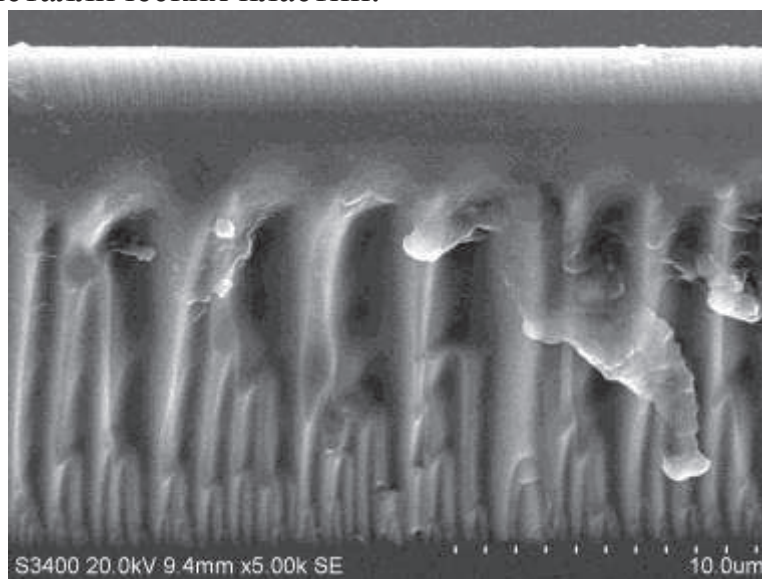
Необходимо решать вопрос о том, как преобразовать электрический сигнал в оптический и наоборот. Для решения первой задачи применяют модуляторы на основе ИОС. При подаче напряжения на электроды меняется показатель преломления каждого из плеч канальных волноводов (у одного растет, а у другого уменьшается), а, следовательно, меняется скорость распространения света в этих плечах. Волны приходят в точку соединения двух плеч с разной фазой, и в зависимости от того, приходят они туда в одной фазе или в противофазе, на выходе будет наблюдаться максимум или минимум интенсивности, то есть амплитудная модуляция света. Далее модулированная волна распространяется по оптическому волокну, после чего оптический сигнал преобразуется в электрический на

фотоприемнике

Подложка, в которой создаются канальные волноводы, делается из монокристалла ниобата лития (НЛ). Монокристалл ниобата лития является одним из наиболее широко используемых материалов при создании оптических волноводов для интегральной оптики и оптоэлектроники. Преимущество НЛ заключается в отличных электрооптических, нелинейно-оптических и акустооптических свойствах, а также аномально высокой температуре Кюри [4].

ИОС на НЛ обладают существенным недостатком, который заключается в дрейфе показателя преломления волноводов со временем. Данное явление зависит от ряда факторов, среди которых структура исходного кристалла [5], пироэлектрический эффект [6], пьезоэлектрический эффект и др. Однозначное объяснение дрейфа показателя преломления затруднено тем, что при создании экспериментальных образцов невозможно отбросить все факторы и рассматривать только какой-то один. В настоящее время дрейф показателя преломления ИОС не нашел однозначного объяснения, что явно указано в [7].

Попытки поиска фактора, общего для всех экспериментов, возвращают нас к исходному кристаллу ниобата лития, причем объектом исследования должны быть приповерхностные области, окружающие канальный волновод. Такие области имеют структуру, существенно отличающуюся от объема кристалла (рис. 2), что обусловлено, как близостью поверхности, так и механической обработкой кристалла в ходе шлифовки и полировки монокристаллических пластин.



**Рис. 2.** Торец НЛ после излома

В кристаллах НЛ вблизи поверхности может наблюдаться существенное изменение состава. На рис. 2 видно два дефектных приповерхностных слоя толщиной 2 мкм и 11 мкм.

Из полученных результатов следует, что под поверхностью пластин НЛ существуют деформированные слои со структурой, отличной от объема кристалла. Ранее при проектировании и производстве устройств интегральной оптики существование, особенности и эволюция этих слоев не учитывались. Учет влияния обнаруженных слоев на каналные волноводы необходим при разработке устройств с повышенными требованиями к надежности и стабильности рабочих характеристик.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Le Fevre H.* Fiber-optic gyroscope // London, Boston: "Arctech House, inc.". 1993. 300 P.
2. *Kist R. and Kersten R.Th.* Fiber and integrated optical monomode sensors: A Review. // Laser und Optoelektronik. 1984. № 1. С. 17-30
3. *Paul C. R.* Introduction to electromagnetic compatibility. New York: John Wiley and Sons. 2006. 1016 P.
4. *Кузьминов Ю.С.* Электрооптический и нелинооптический кристалл ниобата лития. М.: Наука, 1987. 264 с.
5. *Nagata H. и др.* Materials reliability for high-speed lithium niobate modulators // Proceedings of SPIE. : Spie, 1997. С. 301–313.
6. *Bulmer C.H., Burns W.K., Hiser S.C.* Pyroelectric effects in LiNbO<sub>3</sub> channel-waveguide devices // Applied Physics Letters. 1986. Т. 48. № 16. С. 1036.
7. *Chen E., Murphy A.* Broadband Optical Modulators: Science, Technology, and Applications // Broadband Optical Modulators Science, Technology, and Applications, 2011. 517 с..