

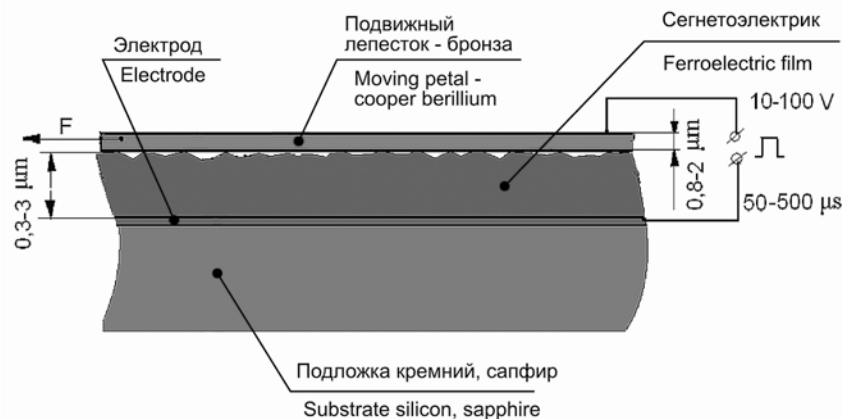
## Обратимый быстродействующий электростатический «клей»

### Reversible high-speed electrostatic "glue"

Авторы: Багинский И.Л., Косцов Э.Г.

Authors: Baginsky I.L., Kostsov E.G.

Разработаны физико-технические принципы и технология создания высокоэнергоемкого обратимого сцепления, «склеивания», двух поверхностей с помощью энергии электростатического поля. Основой эффективного «склеивания» поверхностей тонкопленочной структуры металл (полупроводник)–сегнетоэлектрик–подвижный электрод (рис. 1.6) является создание в нанометровом зазоре высокой плотности энергии электрического поля (до  $10^8$  Дж/м<sup>3</sup>) за короткое время (микросекунды), что обеспечивает электрический и механический контакт электрода с поверхностью сегнетоэлектрика и позволяет «выключать» его за еще меньшее время. Экспериментально установлено, что сила электростатического сцепления поверхностей линейно зависит от энергии электрического поля, накапливаемой в структуре, и определяется коэффициентом  $k = 3 \cdot 5 \cdot 10^5$  Н/Дж. Давление в нанозазоре может превышать  $10^3$  кг/см<sup>2</sup>, оно определяется качеством кристаллической структуры сегнетоэлектрической пленки, ее механической твердостью и шероховатостью. Области применения эффекта: MEMS, микроактуаторы, быстродействующие микроклапаны, датчики давления, микронасосы, микрокоммутаторы и т. п.



**Рис. 1.6.** Конструкция электронного клея

**Fig. 1.6.** The scheme of electrostatic "glue"

Processing technique, physical and engineering approaches for creating high-energy consumption reversible adhesion, the so-called "gluing", of two surfaces by means of electrostatic field energy are developed. Basis principle of effective "gluing" of surfaces (Fig. 1.6) is the creating in the nanometer air gap a high density of electric field energy, up to  $10^8$  J/m<sup>3</sup> in short times (microseconds), providing the electrical and mechanical contact of electrode with ferroelectric surface, and switching off this contact at even smaller times. The force of electrostatic adhesion of two surfaces,  $F$ , was defined experimentally to be linearly dependent on the energy of an electric field accumulated in the structure.

The factor  $k = 3 \cdot 5 \cdot 10^5$  N/J is characteristic for this effect. The pressure in nanometer gap can exceed  $10^3$  kg/cm<sup>2</sup>. It is defined by quality of crystal structure of a ferroelectric film, its mechanical hardness and roughness. The application field of the effect is MEMS, microactuators, high-speed microvalves, pressure sensors, micropumps, etc.

**Публикации:****Publications:**

1. Kostsov E.G. Electromechanical energy conversion in the nanometer gaps // Proc. SPIE, 2008, vol. 7025. P. 70251G-1–70251G-8.
2. Kostsov E.G. Ferroelectric-based electrostatic micromotors with nanometer gaps // IEEE Transaction on Ultrasonics, Ferroelectric and Frequency Control, Special Issue on Nanoscale Ferroelectric, 2006, vol. 53, № 12. P. 2294 – 2299.
3. Baginsky I.L., Kostsov E.G. High energy output MEMS based on thin layers of ferroelectric materials // Ferroelectrics, 2007, vol. 351. P. 69–78.
4. Kostsov E.G. Ferroelectric barium-strontium niobate films and multi-layer structures // Ferroelectrics, 2005, vol. 314. P. 169-187.
5. Baginsky I.L., Kostsov E.G. Linear electrostatic micromotor on the basis of ferroelectric ceramics // Ferroelectrics, 2005, vol. 320. P. 141-148.
6. Камышлов В.Ф., Косцов Э.Г. Микроэлектромеханические быстродействующие микроклапаны // Нано- и микросистемная техника, 2006, № 12. С. 57-59.
7. Kostsov E.G., Kolesnikov A.A. High-speed electrostatic microswitchboards on the basis of ferroelectric films // Ferroelectrics, 2007, vol. 351. P. 138–144.