



Микроэлектронные устройства на основе акустических волн

Танская Т.Н., аспирант ОмГУ, мл.науч.сотр. ОНИИП,
Козлов А.Г., к.т.н., доцент ОмГУ,
Зима В.Н., к.т.н., вед. науч. сотрудник ОНИИП.

2013 г.

Устройства на основе акустических волн

- Кварцевое производство (ОАВ);
- Устройства на ПАВ;
- Устройства на ОАВ.

Кварцевое производство



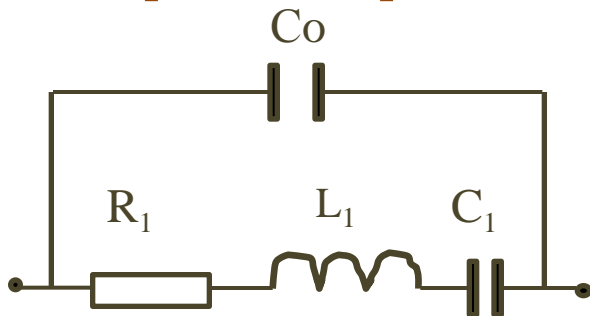
Достоинства:

- температурная стабильность;
- временная стабильность;
- добротность $Q \approx 10^4 \div 10^6$.

Недостатки:

- ограничение по частоте ($n \cdot 100$ МГц);
- ограничение по входной мощности;
- сложная технология;
- чувствителен к загрязнению поверхности.

**Эквивалентная
электрическая схема
резонатора**



Устройства на ПАВ



Устройство на ПАВ

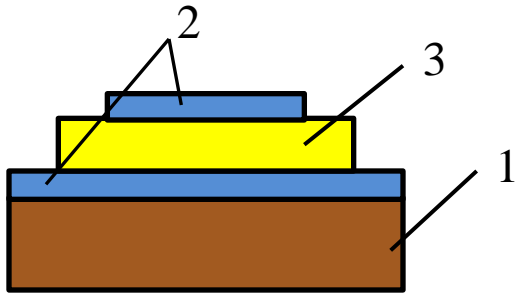
Достоинства:

- диапазон рабочих частот до 2 ГГц;
- уменьшение габаритов;
- фильтры с большей полосой пропускания.

Недостатки:

- чувствителен к загрязнению поверхности;
- температурная стабильность (хуже, чем у кварца);
- добротность.

Конструкции резонаторов на ОАВ

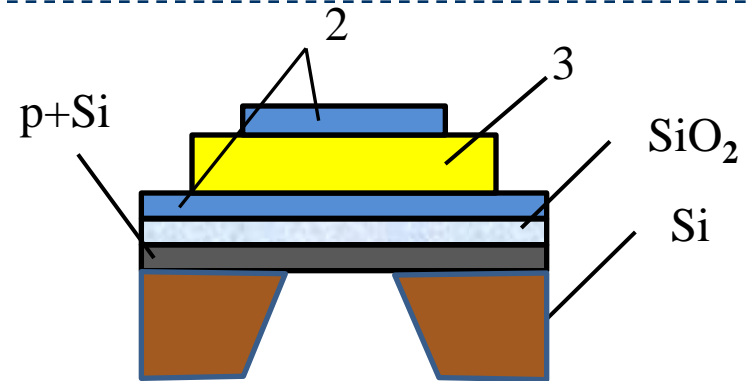


Многочастотный резонатор

Достоинства: $Q = n \cdot 10^3$ (до 10 ГГц), возбуждаются $n \cdot 100$ гармоник, измерение коэффициента поглощения ОАВ в пленке и подложке.

Недостатки: оптическая полировка 2-х поверхностей подложки, непараллельность $n \cdot 1$ угловых секунд.

Применимость: синтезатор частот с электронной перестройкой, подстройка частоты резонатора $C \neq C_0$.



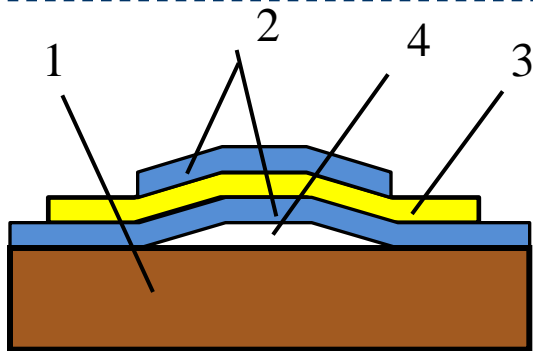
Резонатор мембранного типа

Достоинства: основная мода, возможность температурной стабилизации, возможность сложной мембраны.

Недостатки: механически непрочен, плохая воспроизводимость мембраны, большое поглощение ОАВ в пленке, чувствителен к внешнему воздействию.

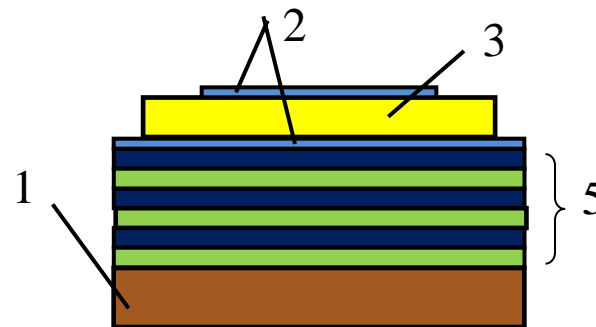
Применимость: датчики различных физических величин.

Конструкции резонаторов на ОАВ



Резонатор с воздушным зазором
Достоинства: работает на основной моде, возможность температурной стабилизации, датчики с высокой чувствительностью.

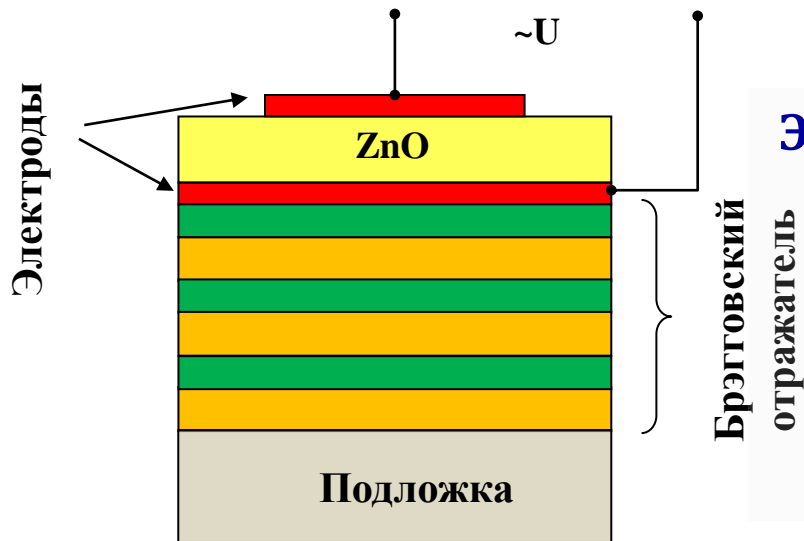
Недостатки: недостаточная механическая прочность, низкая надежность, трудно формировать полость под мембраной, чувствителен к воздействию внешних факторов, добротность $Q = 200-300$.



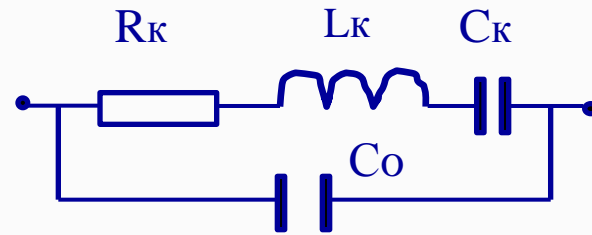
Резонатор с акустическим отражателем
Достоинства: расширен перечень материалов для подложки, снижены требования к поверхности подложки, хорошая механическая прочность, Брэгговский отражатель широкополосный, возможность температурной стабилизации, хорошая механическая прочность.

Недостатки: Бр. отраж. > 10 слоев, селективная фотолитография, точный контроль толщины **всех** пленок, $Q = 500-700$.

Акустический отражатель



Эквивалентная электрическая схема резонатора



Назначение - исключить влияние подложки на электроакустический преобразователь.

Конструкция: стопка чередующихся пленок 8-12 слоев; $h = \lambda/4$,
 $Z_1 \neq Z_2 \neq Z_{sb}$, $Z_1/Z_2 = (\max)$

Материалы для СВЧ-резонаторов с акустическим отражателем

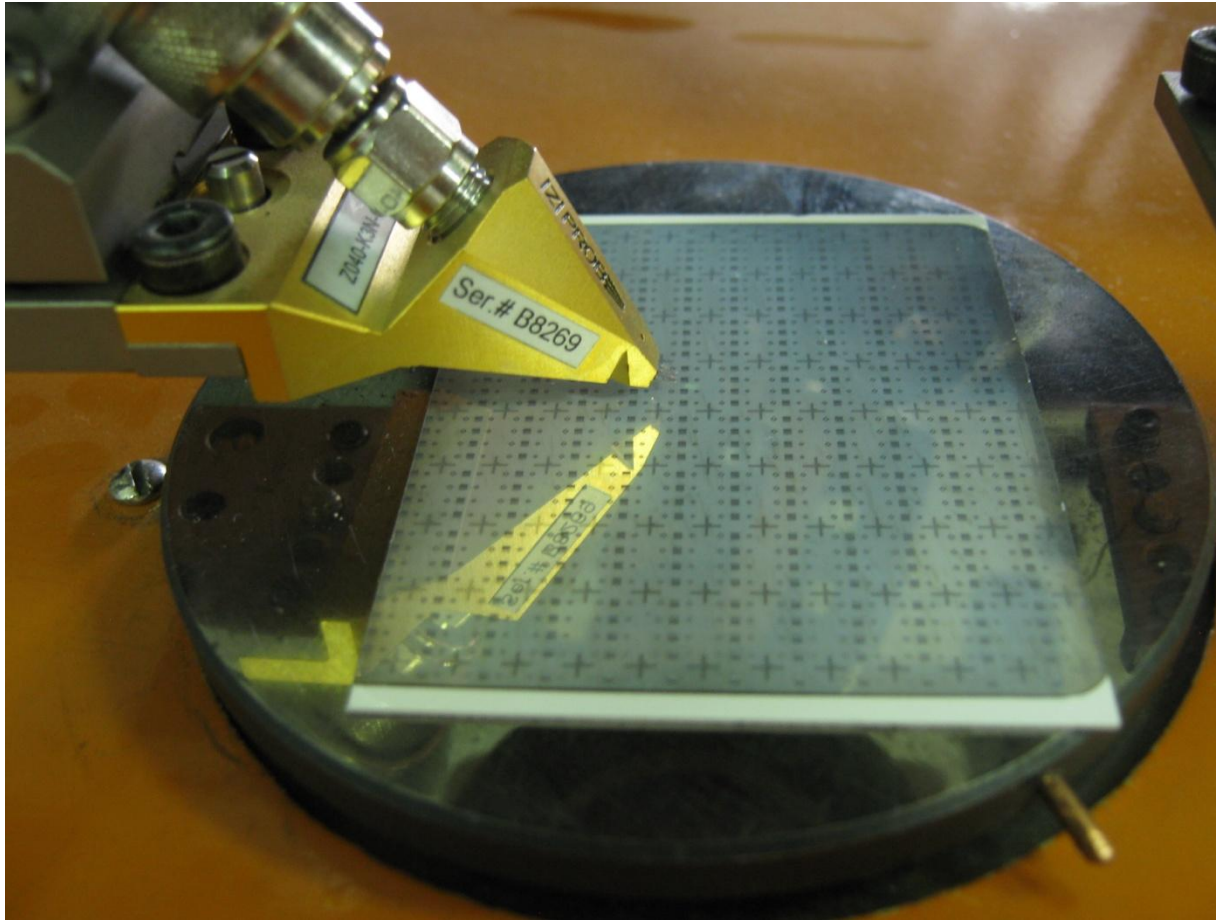
Таблица 1.

	W	Pt	Au	Mo	Ta	Ag	V	Ti	Al	SiO ₂	ZnO	AlN
$Z \cdot 10^6$, кг/(м ² ·с)	101,0	86,4	66,0	63,1	54,8	38,2	32,6	27,3	17,3	13,1	36,0	34,0
V_L , м/с	5200	4017	3240	6300	4100	3600	6023	6027	6420	4100	6330	11000
ρ , кг/м ³	19400	21500	19490	10200	16600	10600	6030	4500	2695	2650	5680	3720

Требования к материалам:

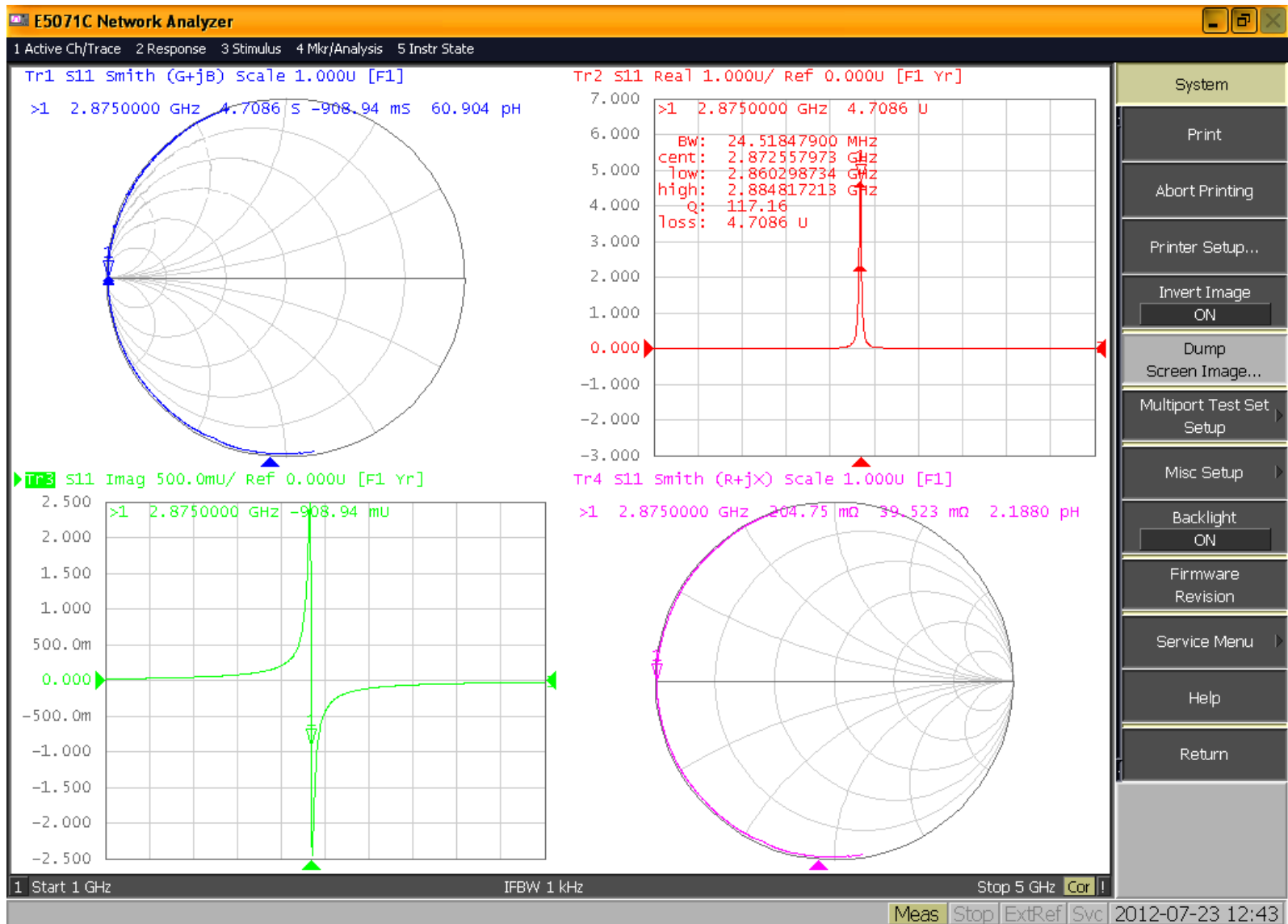
- технологичность;
- адгезия;
- малое сопротивление;
- малое R_z поверхности пленки;
- $Z_{ак}$ – max и min.

Измерение электрических характеристик СВЧ-резонаторов



Анализатор цепей Agilent E5071C

Электрические характеристики СВЧ-резонаторов с Брэгговским отражателем



Применение резонаторов на ОАВ

- Беспроводные системы связи (спутниковая, навигационная, сотовая);
- Системы передачи данных;
- Телекоммуникационные системы;
- Автомобильная и медицинская аппаратура;
- Устройства формирования и обработки сложных сигналов в радиолокационных станциях;
- Системы наведения и сопровождения цели;
- Приемопередатчики в системах GPS навигации;
- Датчики физических величин.

Перспектива дальнейшего развития

- Резонаторы на основе **ZnO** – до 10 ГГц ($h \approx 0,3$ мкм);
AlN – до 20 ГГц ($h \approx 0,3$ мкм).
- Для более высоких частот нужны сильные пьезоэлектрики с большей скоростью распространения АВ.

Спасибо за внимание!
