

ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

В. В. Лукьяница

Белорусский государственный медицинский университет

Вода обладает целым рядом уникальных свойств, среди которых выделяется ее способность растворять большое количество различных веществ. Как универсальный растворитель вода широко используется в различных отраслях промышленности, в том числе в микроэлектронной промышленности. С учетом того, что вода, как отмывочный материал, применяется на различных этапах технологического процесса изготовления микросхем, в широком смысле слова можно говорить о том, что вода является одним из основных материалов полупроводниковой микроэлектроники. При переходе полупроводниковой электронной промышленности от изготовления микроструктур к изготовлению наноструктур на передний план выходят не только химическая чистота, но и структура самой воды, молекулы которой могут образовывать устойчивые кластеры [1].

Целью данной работы является установление возможности изменять структуру воды посредством переменного электрического поля ультравысокой частоты.


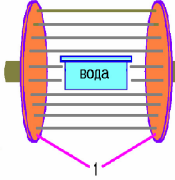
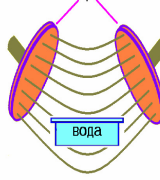
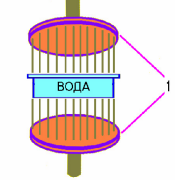
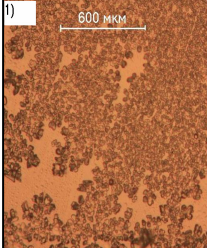
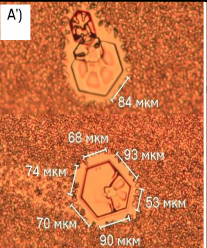
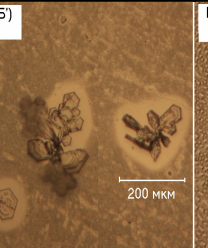
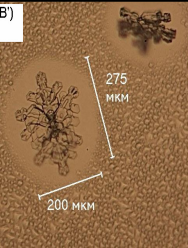
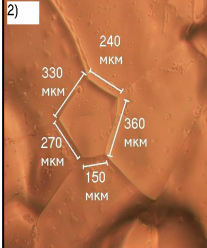
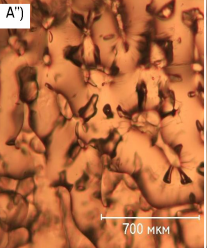
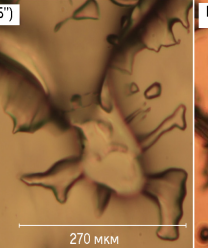
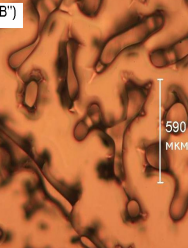
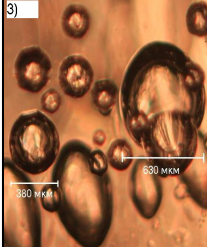
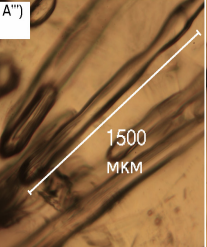
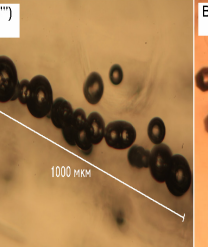

МЕТОДИКА

Для обнаружения и визуализации структурных изменений воды, налитой в чашки Петри, использовался метод замораживания с последующим фотографированием через микроскоп [2] и измерением образующихся структур при помощи объектного микрометра. Эта методика была нами усовершенствована: чашки Петри закрывались крышками, на внутренних поверхностях которых проходила конденсация и замерзание паров воды. При этом предполагалось, что энергии, выделяющейся при кристаллизации воды в чашках Петри ($E = 330$ Дж/г), будет достаточно для преодоления сил поверхностного натяжения и силы тяжести на небольшом расстоянии не только отдельными молекулами воды, но и их ассоциациями, которые затем осаждались на крышках чашек Петри. Предварительные эксперименты подтвердили это предположение. Замораживание проходило при температуре -23 °С, а предварительное воздействие переменным электрическим полем осуществлялось на стандартном аппарате УВЧ-30 ($f = 40,68$ МГц) в течении 5 минут при выходной мощности 30 Вт. При этом полевое воздействие проводилось по трем направлениям: линии напряженности электрического поля располагались а) параллельно поверхности воды, б) под углом 45° к поверхности воды и в) перпендикулярно поверхности воды. В каждом эксперименте использовались по 5 чашек Петри диаметром 35 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В сводной таблице приведены результаты экспериментов по исследованию структур льда, образовавшегося при замораживании воды, прошедшей предварительную обработку переменным электрическим полем ультравысокой частоты. Столбцы таблицы А, Б, В содержат фотоснимки замерзших структурных образований воды, подвергается предварительному полювому воздействию ($E \neq 0$) по различным направлениям (соответствующее геометрия опытов показана на рисунках в верхней части столбцов).

Свободная таблица геометрии опытов и соответствующих фотоснимков полученных результатов (структуры льда)

		К	А	Б	В
Режим воздей- ствия					
	Объект исследо- вания				
1	Лед на крышке чашки Петри	1) 	A) 	Б) 	В) 
2	Поверхность льда в чашке Петри	2) 	A') 	Б') 	В') 
3	Лед в глубине чашки Петри	3) 	A'') 	Б'') 	В'') 

В столбце К показаны снимки контрольных образцов льда, полученных без предварительного полевого воздействия ($E = 0$). Строки таблицы 1, 2 и 3 содержат информацию о местоположении объекта исследования: на крышке (строка 1), на поверхности льда (строка 2) и в толще льда (строка 3).

Так, например, в таблице на пересечении столбца А и строки 1 помещен снимок А1 структурных образований воды, замерзшей на крышке чашки Петри после воздействия электрическим полем, силовые линии которого были направлены параллельно поверхности воды ($E \neq 0$).

В результате сравнительного анализа контрольных (столбец К) и исследуемых (столбцы А, Б, и В) образцов воды (льда) выявлены следующие различия.

1. На внутренней поверхности крышки чашки Петри (строка 1). В отличие от контрольных опытов, в которых имеет место практически однородное распределения мелких кристаллов льда (фото К1)), при замораживании воды, прошедшей предварительную обработку электрическим полем, образуются крупные (от 140 мкм до 275 мкм) трехмерные кристаллические ассоциации, состоящие из более мелких гексагональных структур (снимки А1, Б1, В1).

2. На поверхности льда (строка 2).

По сравнению с контрольными образцами (фото К2), где наблюдаются пентагональные кластеры), в исследуемых образцах поверхность льда становится бугристой и шероховатой с размерами неоднородностей различной формы от 270 мкм до 700 мкм (Снимки А2, Б2, В2), что, по-видимому, обусловлено ориентационными поворотами и замерзанием кластеров воды на ее поверхности.

3. В глубине льда (строка 3).

Однородное распределение пузырьков воздуха правильной формы в контрольных образцах (фото К3) сменяется в исследуемых образцах ориентированным вдоль поля вытягиванием воздушных пузырей и /или образованием из них «гроздей» размерами от 950 мкм до 1500 мкм (снимки А3, Б3, В3). На наш взгляд, это связано с декорированием внутренних структурных ассоциаций большого размера всплывающими пузырьками воздуха (см., например, снимок Б3).

Таким образом, независимо от объекта исследования (его местоположения) выявлено влияние переменного электрического поля на структуру воды.

Кроме того, в таблице (строки 1–3) явно прослеживается зависимость форм и размеров образующихся структурных ассоциаций от геометрии опыта (направление полевого воздействия (столбцы К, А, Б и В)). Последнее связано, по нашему мнению, с соотношением направлений действующих на воду сил (рис. 1): силы тяжести (F_T), силы поверхностного натяжения (F_H) и силы электрического поля (F_3).

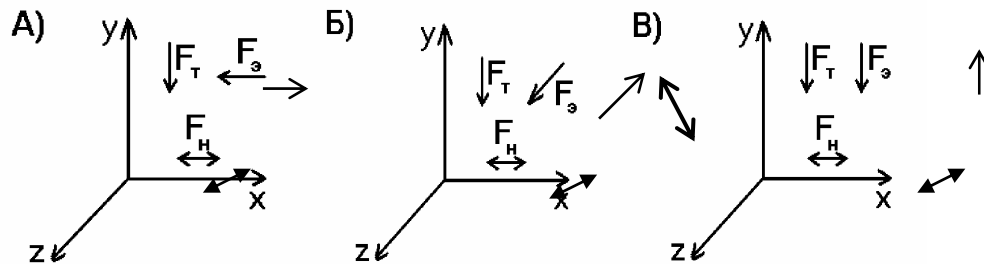


Рис. 1. Взаимное расположение векторов сил, действующих на воду в опытах А, Б и В

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено влияние переменного электрического поля ультравысокой частоты на структуры воды. При этом выявлена зависимость формы и размеров образующихся структурных ассоциаций молекул воды от направления полевого воздействия, точнее от соотношений направлений векторов сил электрического поля, поверхностного натяжения и тяжести.

Установленный факт изменения структуры воды под действием переменного электрического поля свидетельствует о том, что структуру воды можно изменять в нужную сторону за счет воздействия внешними факторами, подбирая их вид и режимы, т. е. управлять ее структурой. Другими словами, появляется возможность получить такую структуру воды, которая будет способствовать изготовлению качественных микро- и нано- полупроводниковых структур (приборов).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зацепина, Г. Н.* Свойства и структура воды / Г. Н. Зацепина. Издательство Московского университета, М. 1974.
2. *Эмото, М.* Послания воды: тайные коды кристаллов льда / М. Эмото. София, 2005.