

PSI-3552 Processos e Caracterização de Dispositivos Nanoeletrônicos

Processos de Limpeza

Prof. Roberto K. Onmori sala C2-70

E-mail: rkonmori@lme.usp.br ou roberto.onmori@poli.usp.br

1



Sumário

- Introdução
- Limpeza de Beckers
- Limpeza inicial completa inicial (RCA)
- Limpeza desengordurar lâminas de vidro
- Limpeza desengordurar lâminas de vidro silício (TAI)
- Remoção de óxido nativo
- Tabela de soluções e remoção de contaminantes



2



Introdução

- Limpeza está relacionada com a remoção de agentes indesejáveis na superfície da amostra como partículas, compostos orgânicos e metais.
- **A limpeza é eficiente se remover os agentes no menor tempo sem danificar a superfície da amostra.**
- Ex: íons de sódio Na^+
 - EDTA, pH 3, 22° C Becker (até 1% em 20 min)
 - H_2O , cascatinha (até 9% em 30 min)
- Metal residual (Au, Ag,...)



3

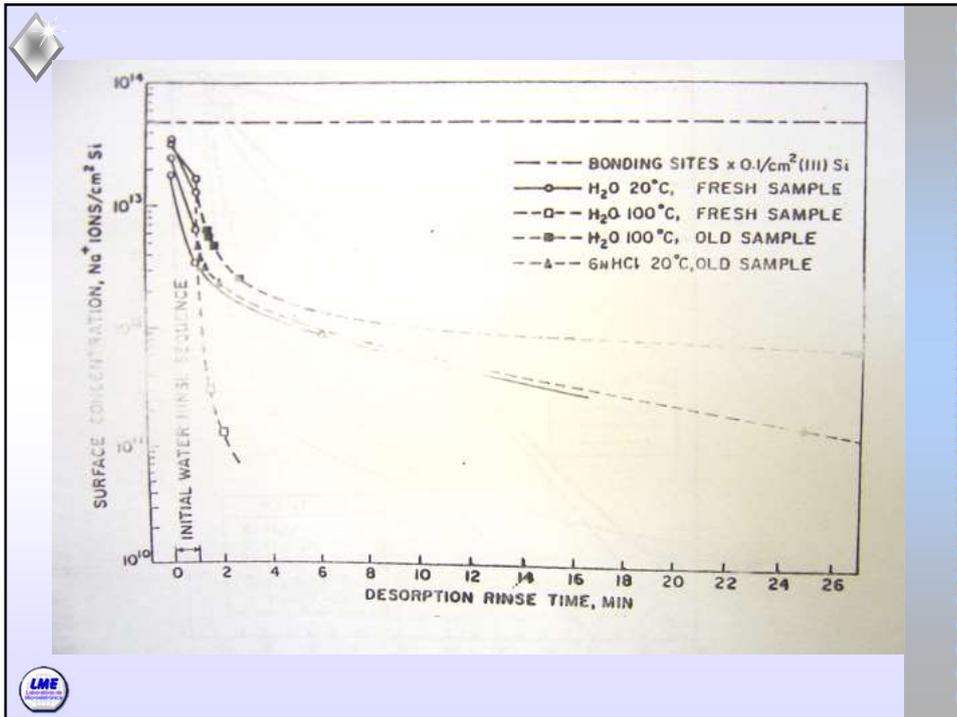


Efeitos

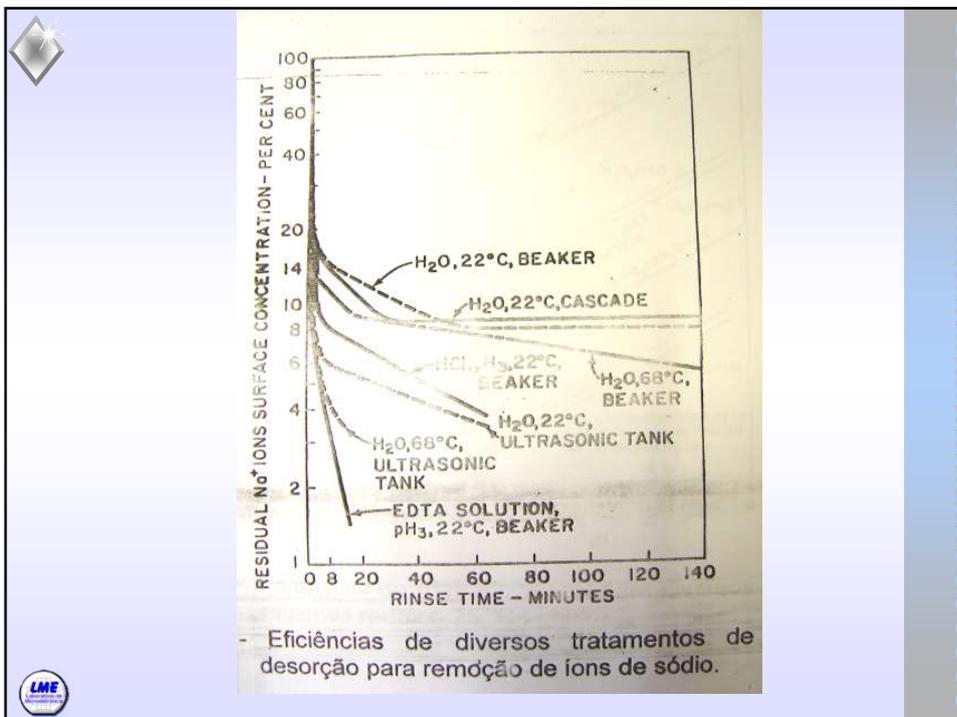
- **Metais**
 - Causam diminuição do campo máximo de ruptura da rigidez dielétrica.
 - Geram cargas dentro do óxido (ex. Na, K,...)
 - Criam defeitos
- **Partículas**
 - Contaminação superficial como o carbono
 - Aderência na superfície causando:
 - Rugosidade
 - Deformações / distorções
 - Perda de rendimento de dispositivos
- **Conjuntos orgânicos**
 - Cadeia de carbonos (óleo, graxas...)
 - Causam os mesmos problemas dos metais partículas



4

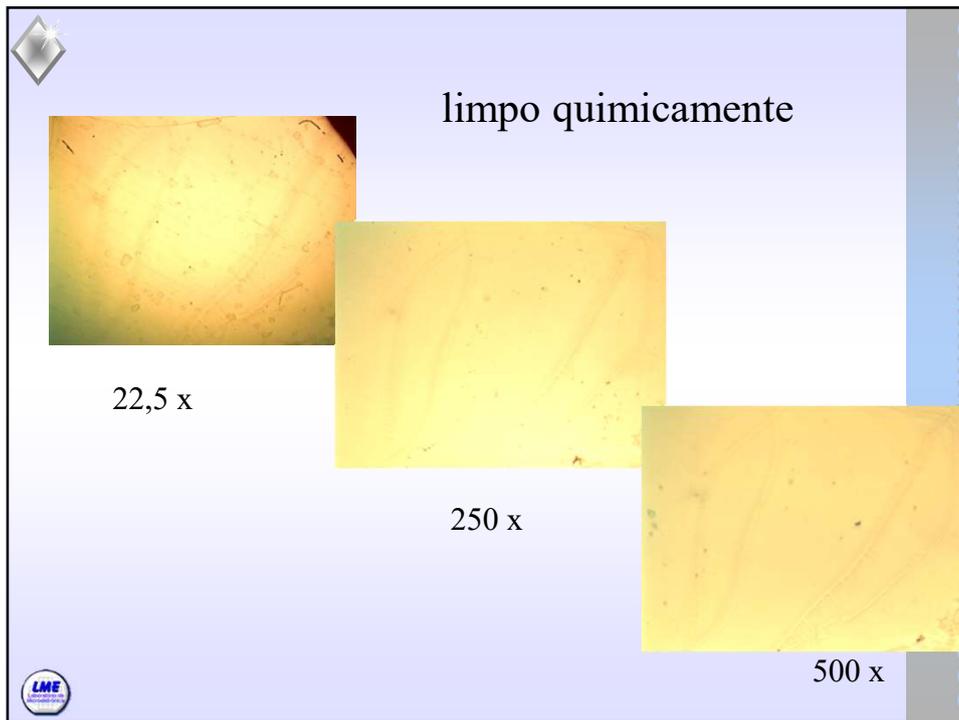


5

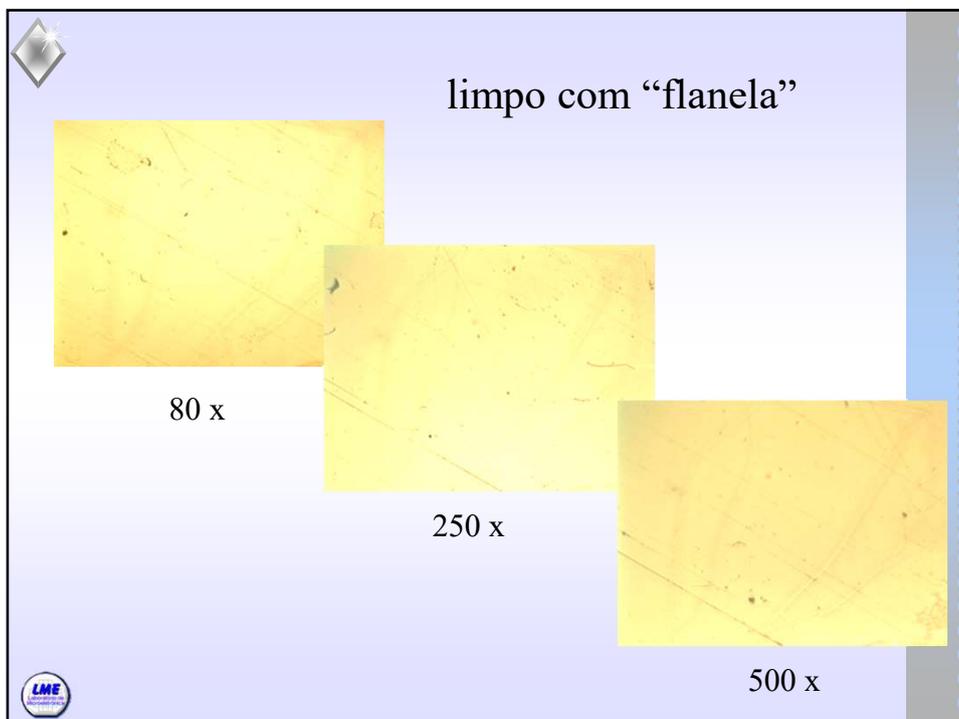


- Eficiências de diversos tratamentos de desorção para remoção de íons de sódio.

6

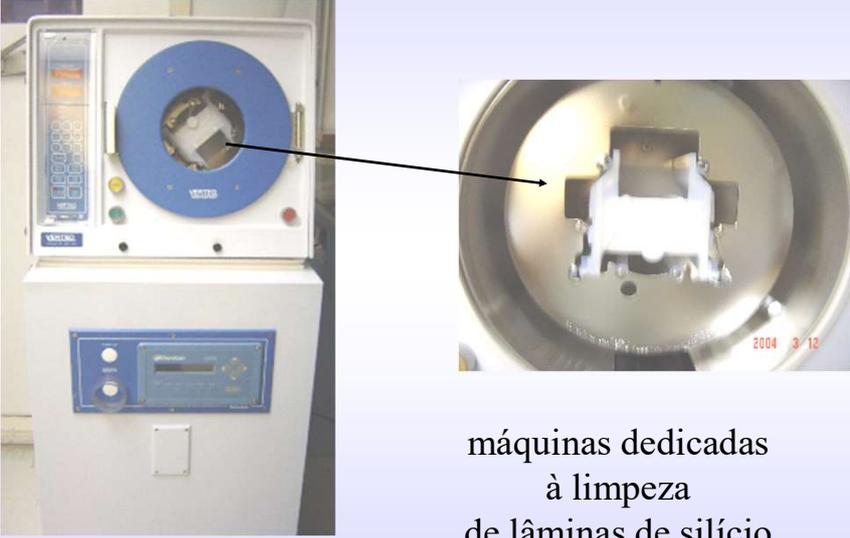


7



8

Centrífuga



máquinas dedicadas à limpeza de lâminas de silício



9

Industrial



10

Água DI
(Deionizada)
("cascatinha")



11

Limpeza de Beckers



- Lavar os beckers com água
- Preparar em cada becker a solução:
 - (4:1:1) $H_2O - NH_4OH - H_2O_2$
- Aquecer a $70^\circ C$ durante 15 min
- Lavar em água DI por 5 min
- enxaguar com água da "cascatinha"
- as pinças metálicas podem ser limpas na mesma solução

12



Limpeza inicial completa

15 min (3:1) $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ (105° C)
lavar durante 10 min em água DI
lavar durante 5min na “cascatinha”
- pH baixo removem contaminantes metálicos através de reações químicas.

15 min (5:1:1) $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}_2$ (75° C)
lavar durante 10 min em água DI
lavar durante 5 na “cascatinha”
- pH alto removem contaminantes orgânicos através da oxidação do substrato.



13



Limpeza para desengordurar lâmina de vidro

Solução:

- 7 partes de H_2O DI
- 2 partes de H_2O_2 (água oxigenada)
- 1 parte de NH_4 (amônia)
- ferver a 75° C por 15 min.
- lavar e secar em isopropanol



14

Limpeza para desengordurar lâmina de silício

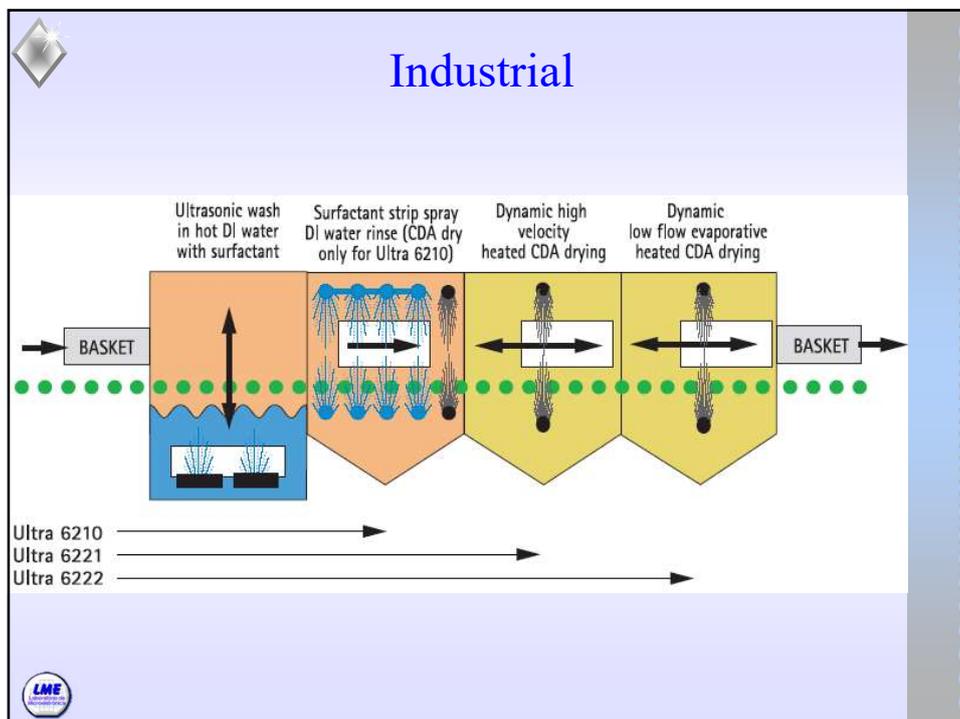
- tricloroetileno 40° C (sem ferver)
- acetona 40° C (sem ferver)
- álcool isopropílico 40° C (sem ferver)

obs:

- lavar durante 10 min. em cada etapa
- produtos aquecidos em aquecedores de mesa “hot plate”
- produtos grau MOS



15



16

Remoção de óxido nativo

- preparar um becker de pirex (A) com água DI
- deixar o carregador com lâminas nesse becker de pirex (A)
- preparar uma solução 1 HF:50 H₂O em becker de teflon (B)
- introduzir o carregador no becker (B) com a solução por 1 minuto
- voltar carregador para o becker (A); deixar sob água corrente por 4 minutos
- lavar o becker (B) com água corrente por 10 minutos
- colocar o becker (A) com o carregador em água corrente por 5 minutos
- secar as lâminas



17

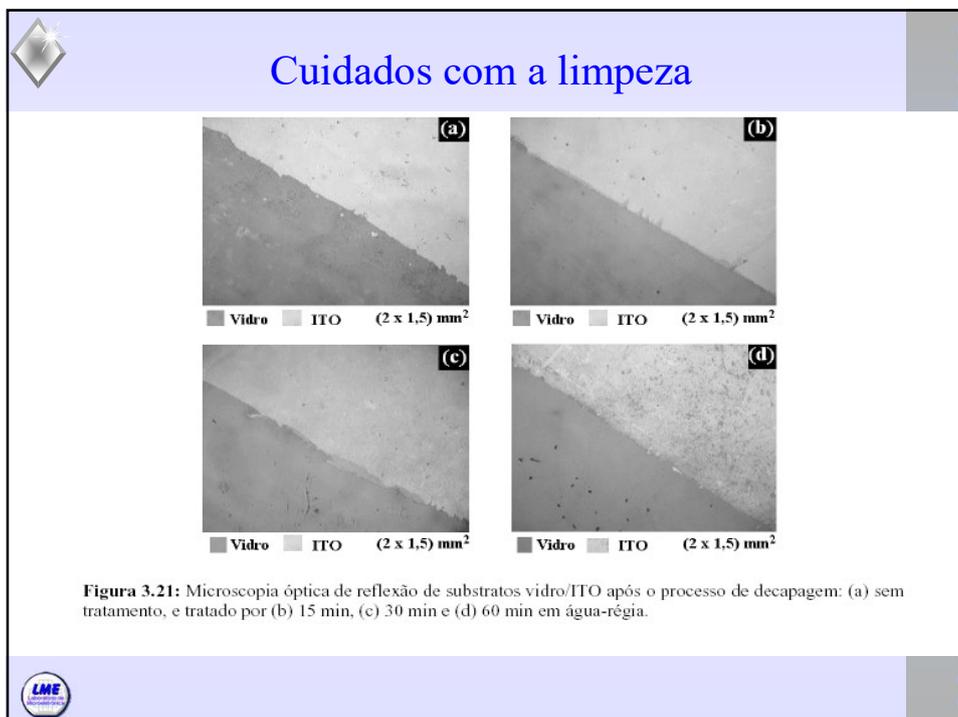
Solution	Chemical Symbols	Common Name	Purpose or Removal of:
Part 1.			
Ammonium hydroxide/ hydrogen peroxide/ water	NH ₄ OH/H ₂ O ₂ /H ₂ O	RCA-1, SC-1 (Standard Clean-1), APM (ammonia/peroxide mix), Huang A	Light organics, particles, and metals; protective oxide regrowth (14)
Hydrochloric acid/ hydrogen peroxide/ water	HCl/H ₂ O ₂ /H ₂ O	RCA-2, SC-2 (Standard Clean-2), HPM (hydrochloric/peroxide mix), Huang B	Heavy metals, alkalis, and metal hydroxides (14)
Sulfuric acid/ hydrogen peroxide	H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂	Piranha, SPM (sulfuric/peroxide mix), "Caros acid"	Heavy organics (15)
Hydrofluoric acid/water	HF/H ₂ O	HF, DHF (dilute HF)	Silicon oxide
Hydrofluoric acid/ ammonium fluoride/ water	HF/NH ₄ F/H ₂ O	BOE (buffered oxide etch), BHF (buffered hydrofluoric acid)	Silicon oxide
Nitric acid	HNO ₃		Organics and heavy metals



18

Choline	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$ - $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{OH}$	trimethyl(2-hydroxyethyl) ammonium hydroxide	Metals and organics (16)
Choline/ hydrogen peroxide/water	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$ - $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{OH} /$ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	Choline/ peroxide	Heavy metals, organics and particles (16)
Ammonium persulfate/ sulfuric acid	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$	SA-80	Organics (17)
Part 2. Silicon Wafer Cleaning Solutions Developed Since 1987			
Peroxydisulfuric acid/sulfuric acid	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8/\text{H}_2\text{SO}_4$	PDSA, "Caros acid," Piranha	Organics (18)
Ozone dissolved in deionized water	$\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$	Ozonized water	Protective oxide regrowth, organics (19)
Sulfuric acid/ozonized water	$\text{H}_2\text{SO}_4/\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$	SOM (sulfuric/ozone mix)	Organics (19)
Hydrofluoric acid/nitric acid	HF/HNO_3		Slight Si etch; metals (20)
Hydrofluoric acid/hydrogen peroxide	$\text{HF}/\text{H}_2\text{O}_2$		Slight Si etch; metal (21)

19



20

