



Ciência e Tecnologia de Filmes Finos - CTFE

POSMAT / 2020

José Humberto Dias da Silva¹(responsável)

Kleper de Oliveira Rocha² (colaborador)

¹Depto. de Física / Unesp – Bauru

²Depto. de Química / Unesp – Bauru

1

1



Aula 01

- * 1.1 - Motivação
- * 1.2 - Introdução
- * 1.3 - Programa da Disciplina & outros

2

2



Ciência e Tecnologia de Filmes Finos

1.1 Motivação

Filmes Finos e Aplicações

3

Humberto / POSMAT-2019

3



1.1 Motivação

- (a) Aplicações
- (b) Vantagens
- (c) Desafios Científicos

4

Humberto / POSMAT-2019

4



1.2 Motivação

(a) Aplicações

5

Humberto / POSMAT-2019

5



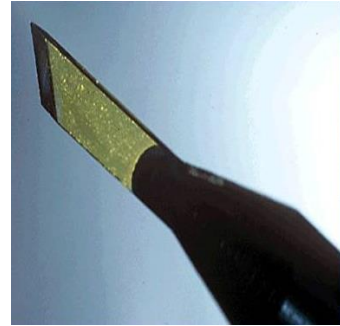
6



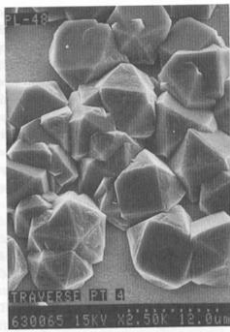
Example Application: PDA

7

<http://www.strausberger.com/protective.php>

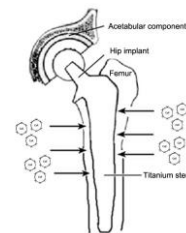
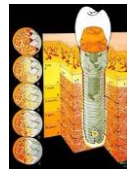


8



filmes de diamante crescidos por CVD

9



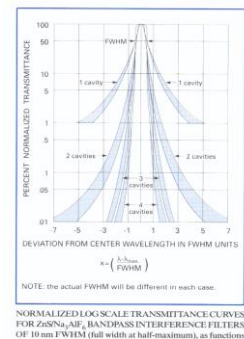
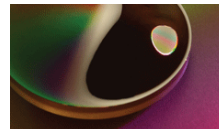
10

Aplicações ópticas

- Multicamadas



[János]



12

Aplicações

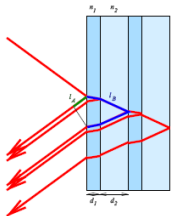


Filmes para recobrimento de vidros arquiteturais

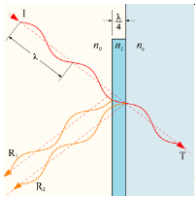


13

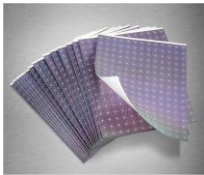
Refletores



Anti - Refletores



14



Ultra-Low-Cost Solar Electricity Cells
An Overview of Nanosolar's Cell Technology Platform



15

Células fotovoltaicas

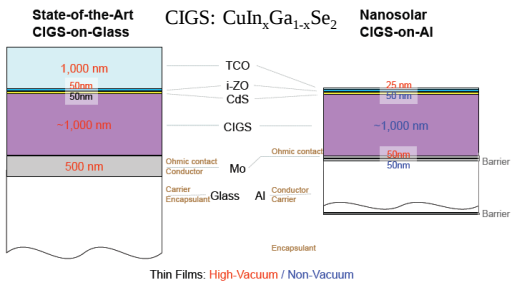
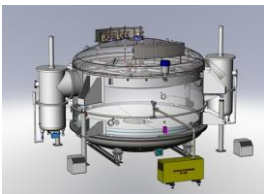


Figure 4: Comparison of State-of-the-Art CIGS versus Nanosolar's CIGS-on-Aluminum. Thickness numbers in red indicate depositions using a high-vacuum deposition technique. The state-of-the-art stack requires close to 3000nm of high-vacuum processing whereas Nanosolar's stack requires less than a tenth of that.

16



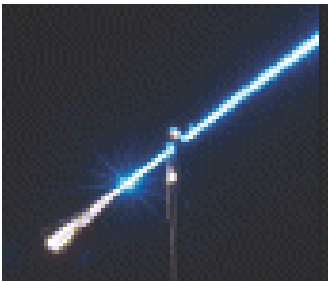
17

Emissores de Luz



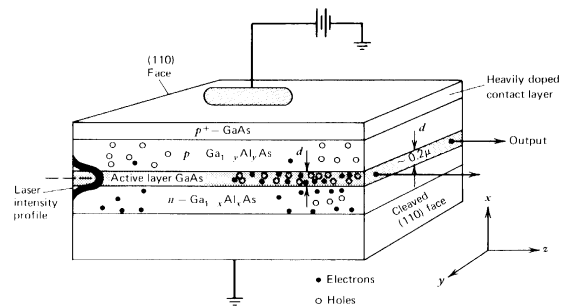
17

18



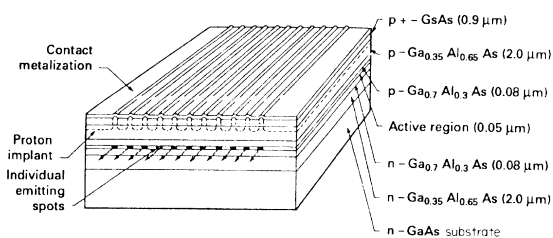
19

Laser semiconductor



20

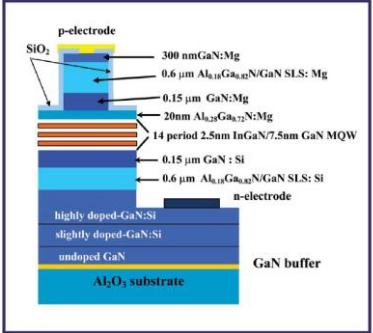
Arranjo de lasers semicondutores cavidade horizontal



21

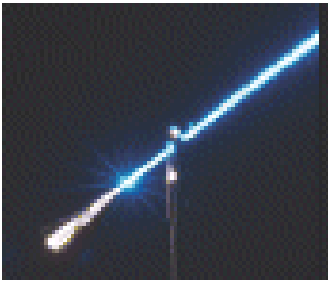
Laser Semicondutor de Cavidade Vertical

Figure 1a. Sheffield Laser diagram
Courtesy: Sheffield University

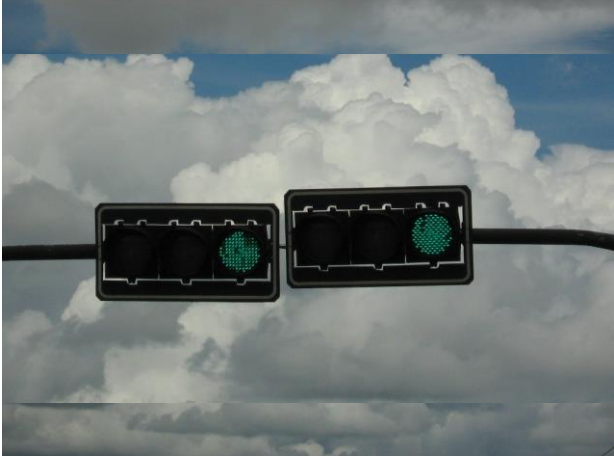


III-Vs REVIEW THE ADVANCED SEMICONDUCTOR MAGAZINE VOL 18 - NO 1 - FEBRUARY 2005

22



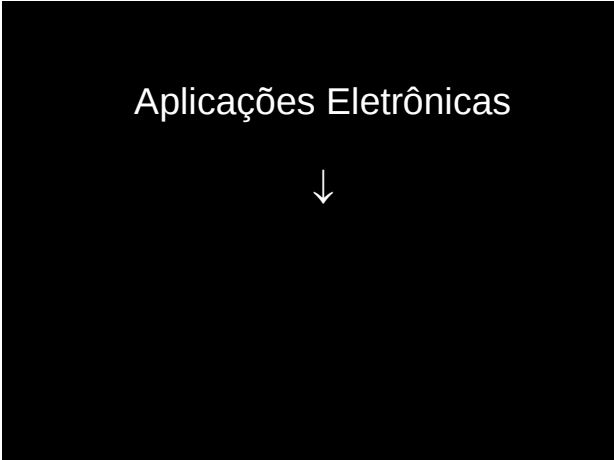
23



24

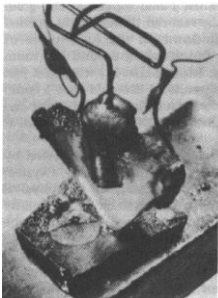


25



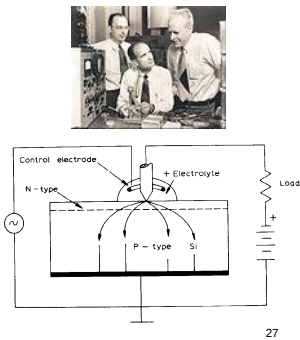
26

Transistor



27

Bardeen, Shockley, Brattain (1951 => Nobel:1956)



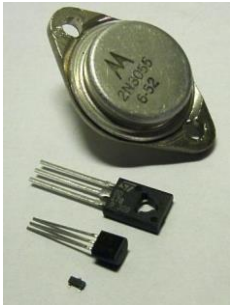
27

Si/bulk Czochralski



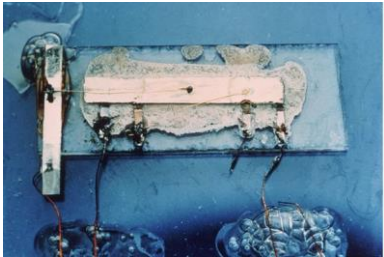
28

Transistor



28

1º Circuito Integrado – Jack Kilby / 1958 (Nobel: 2000).

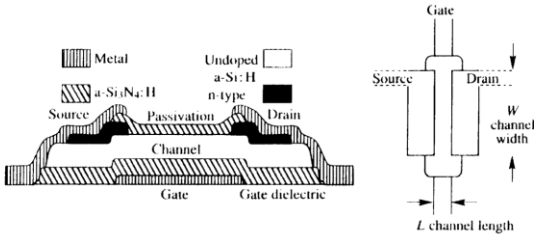


Contém um único transistor e componentes de suporte em uma lâmina de Ge (1.6 x 11.1 mm).

29

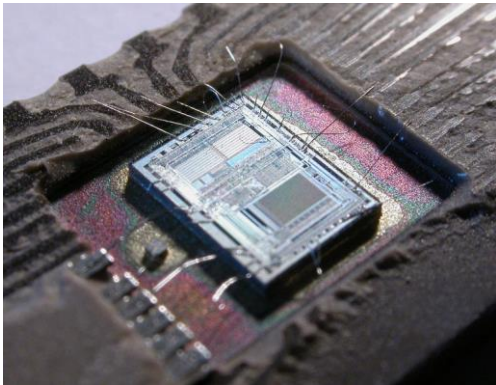
29

Transistor de Filme Fino



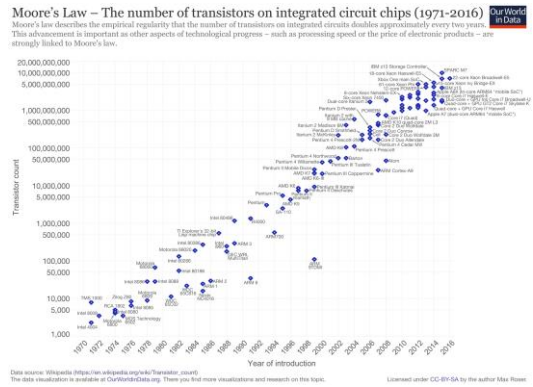
30

30



Wikipedia: The integrated circuit from an Intel 8742, a 8-bit microcontroller that includes a CPU running at 12 MHz, 128 bytes of RAM, 2048 byte of EPROM, and I/O in the same chip.

31



32

Escala nanométrica

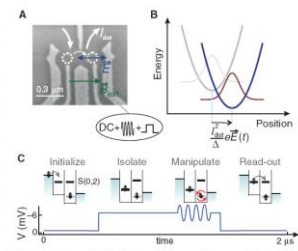
7 / 3.5 / 1.7 / 0.8 / 0.4 / 0.2

↑
limite quântico

Como superar o limite quântico?

33

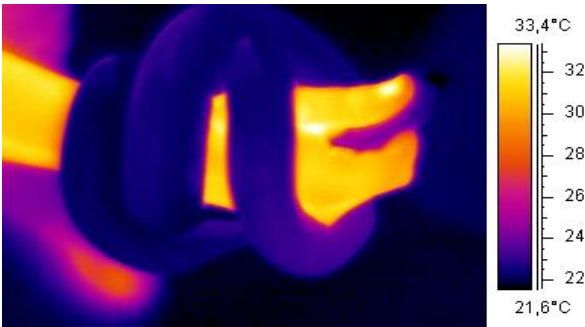
34



Coherent Control of a Single Electron Spin with Electric Fields
K. C. Nowack, et al.
Science 318, 1430 (2007).
DOI: 10.1126/science.1148092

35

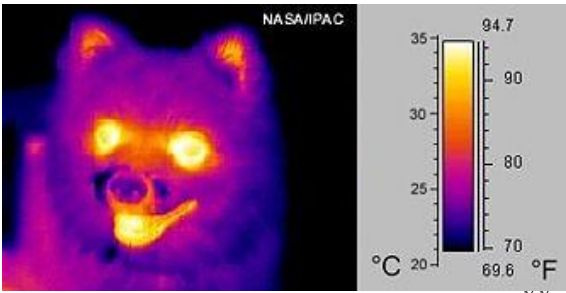
Sensores Infravermelho



36

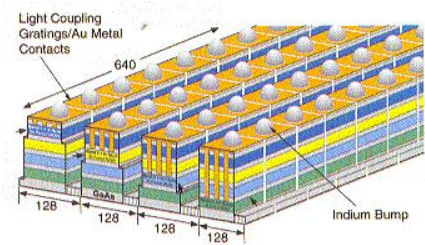
35

Imagem infravermelha



37

Arranjo matricial de fotodetectores de poços quânticos (QWIP)

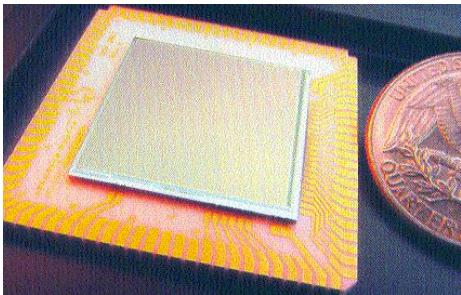


4 bandas (cada uma com várias camadas)
cada banda representa uma área de 640x128 pixels

38

38

Chip matricial QWIP (1000x1000)

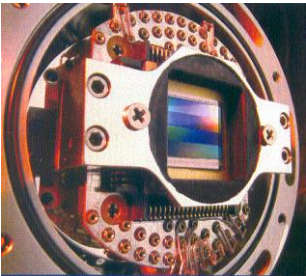


[III-Vs Review, Vol18, n2, 44 (março 2005)]

39 39

39

QWIP (quantum well infrared photodetector Arranjo matricial - 640x512)



40 40

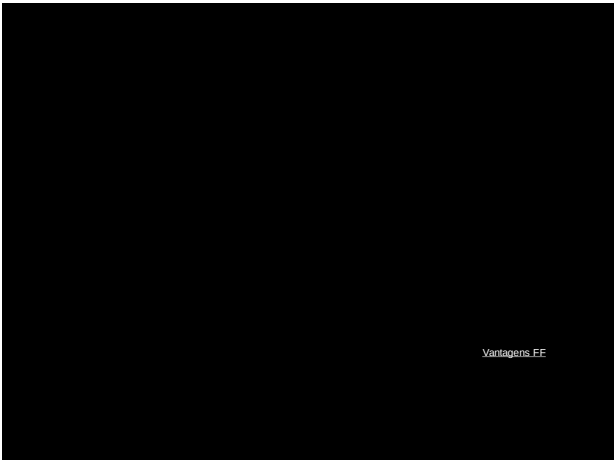
40

Resumindo: Aplicações

Optical	Reflective/antireflective coatings Interference filters Decoration (color, luster) Memory discs (CDs) Waveguides
Electrical	Insulation Conduction Semiconductor devices Piezoelectric drivers
Magnetic	Memory discs
Chemical	Barriers to diffusion or alloying Protection against oxidation or corrosion Gas/liquid sensors
Mechanical	Tribological (wear-resistant) coatings Hardness Adhesion Micromechanics
Thermal	Barrier layers Heat sinks

41

41



Variagens.FE

42



1.1 Motivação

b) Vantagens

43

43
Humberto / POSMAT-2019



44

44

Quais as vantagens em depositar filmes finos?



- Economia:
menor quantidade de material
- Praticidade:
menor tamanho
- Qualidade:
menor densidade de defeitos ou impurezas (que o substrato)

45

45



46

46

- Obtenção de novas propriedades:
 - * Engenharia de bandgap
(Ex. Hetero-estruturas/lasers)
 - * Níveis de energia
ajustáveis/confinamento (ex: HEMT).



Propriedades não
acessíveis ou dificilmente
acessíveis para substratos
descobertos

47

47



48

48

Benefícios

Tecnologias atuais

Interesse para seu trabalho

Inserção em indústrias de ponta

1.1 Motivação

c) Desafios Científicos



49

49
Humberto / POSMAT-2019

(c) Desafios Científicos

Que conhecimentos são usados para entender os filmes finos?

Quais os principais problemas em aberto estão envolvidos?

⇒ 5 min. para pensar (individual)



50

50

Quais os problemas físicos e químicos envolvidos ?



51

51

Desafios científicos

- Crescimento:
processo fora do equilíbrio termodinâmico.
- Grande número de partículas
 10^{15} partículas/cm² (difícil solução)
- Superfícies e Interfaces
interação partícula superfície.
reações nas superfícies.
- Propriedades dependentes da dimensão.



52

52

⇒ Não conhecemos todas as variáveis do crescimento...
... não tem uma “fórmula” determinística...
... tem que ser explorado caso a caso.

algumas coisas podemos controlar outras podemos inferir, e muitas fora de controle...



53

⇒ Aventura por terrenos pouco conhecidos ou inexplorados...



54

54



- ⇒ Em CTFF vamos estudar alguns parâmetros, que podemos entender e controlar, do crescimento de filmes finos
....
- ⇒ Como o crescimento afeta as características

55

55



Vamos ver o que estamos propondo então nessa matéria

<= Voltar para introdução

56