

Fabricação de microestruturas de testes elétricos com filmes de NiP-Au

Fernando Cesar Rufino

Ricardo Cotrin Texeira

Antonio Carlos da Costa Telles

fcrufino@gov.cti.br

INTRODUÇÃO

A miniaturização dos dispositivos microeletrônicos na indústria de semicondutores vem apresentando impressionantes resultados, conseguindo fabricar estruturas na ordem de alguns nanômetros (Tan, X et al. 2023). No entanto, os mesmos não são observados nos avanços envolvendo microtransformadores, principalmente nos tipos toroidais, que ainda apresentam suas dimensões em milímetros (do Nascimento, F et al. 2021). E com o desenvolvimento de novas tecnologias, como as de “colheita” de energia (*energy harvesting*), a busca pela fabricação de microtransformadores eficientes vem se tornando uma necessidade para a integração de novos dispositivos que atendam as necessidades humanas..

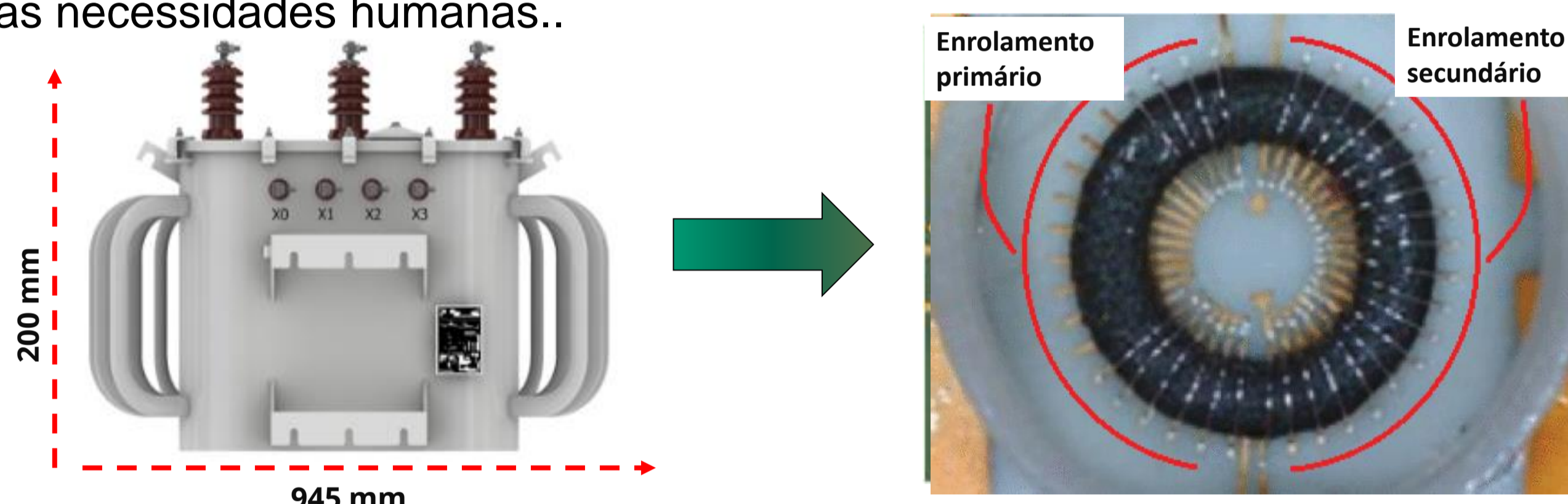


Figura 1: Comparação entre um transformador convencional de 945 mm de largura e um microtransformador de 4 mm de largura.

Desta forma, o referente projeto tem o intuito de desenvolvimento e fabricação de microtransformadores através dos processos de MultiChip Module (MCM) e wire bonding, processos esses já bem estabelecidos pelo grupo (Nascimento, F et al. 2019). Nesse trabalho, será apresentado as etapas iniciais do processo de desenvolvimento desses dispositivos, onde serão estudados os limites de larguras das trilhas de Au fabricadas sobre substrato de alumina 96% e a resposta elétrica do filme metálico através das estruturas de testes.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo fabricar estruturas de teste elétricos de NiP-Au sobre Alumina 96% por meio de fotolitografia e deposição química de Au, verificar as características físicas das estruturas fabricadas e averiguar as limitações físicas de largura e distanciamento das estruturas construídas.

MÉTODOS

A fim de caracterizar o filme metálico que será aplicado no desenvolvimento dos microtransformadores, fabricou-se um conjunto de amostra sobre substrato de alumina 96%, com as seguintes estruturas de teste elétrico: resistores lineares, resistores em formato de serpentina, estruturas de Van der Pauw, cruz grega, modo de linha de transmissão (ou Transfer Length Method - TLM) e capacitores interdigitados.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de fabricação das estruturas de teste sobre a lâmina de alumina 96%. Nesse processo é importante observar a necessidade de deposição de uma fina camada de Ni-P para aderência do Au.

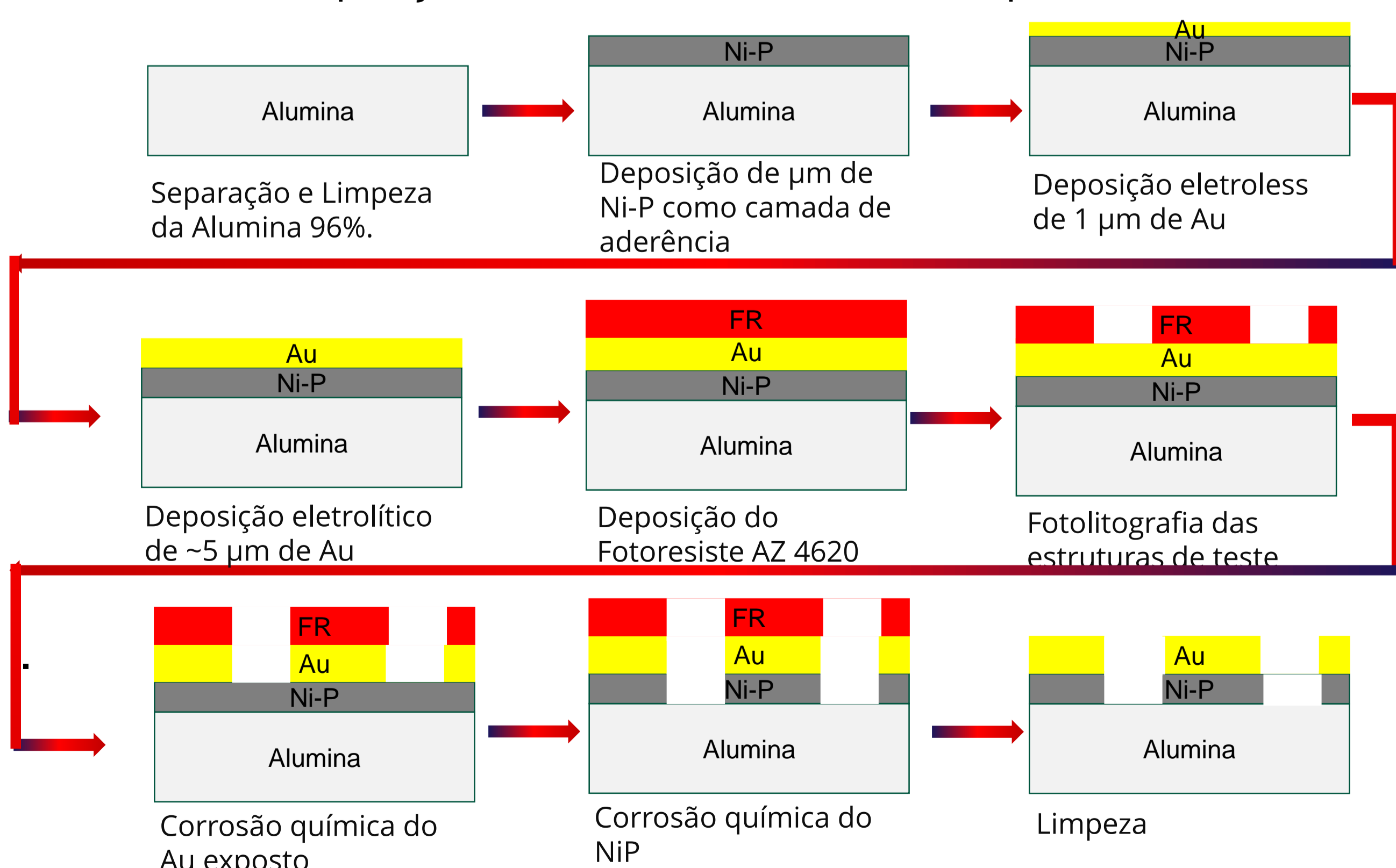


Figura 2: Fluxograma de fabricação das estruturas de teste.

RESULTADOS

A Figura 3 apresenta as imagens via fotografia e microscopia óptica da amostra finalizada. A Figura 3.a) mostra a superfície da amostra, via fotografia digital, da superfície da amostra. Em Figura 3.b) observa-se 6 eletrodos lineares, através dessa imagem identifica-se um estreitamento lateral das estruturas de 100 µm e uma não uniformidade nas demais, indicando alguns ajustes durante os processos de litografia. A Figura 3.c) apresenta as estruturas de Van der Pauw, o quais percebe-se uma boa aderência do filme nas trilhas de 10 µm. A Figura 3.d) apresenta um capacitor interdigitado com trilhas de 50 µm com boa aparência.

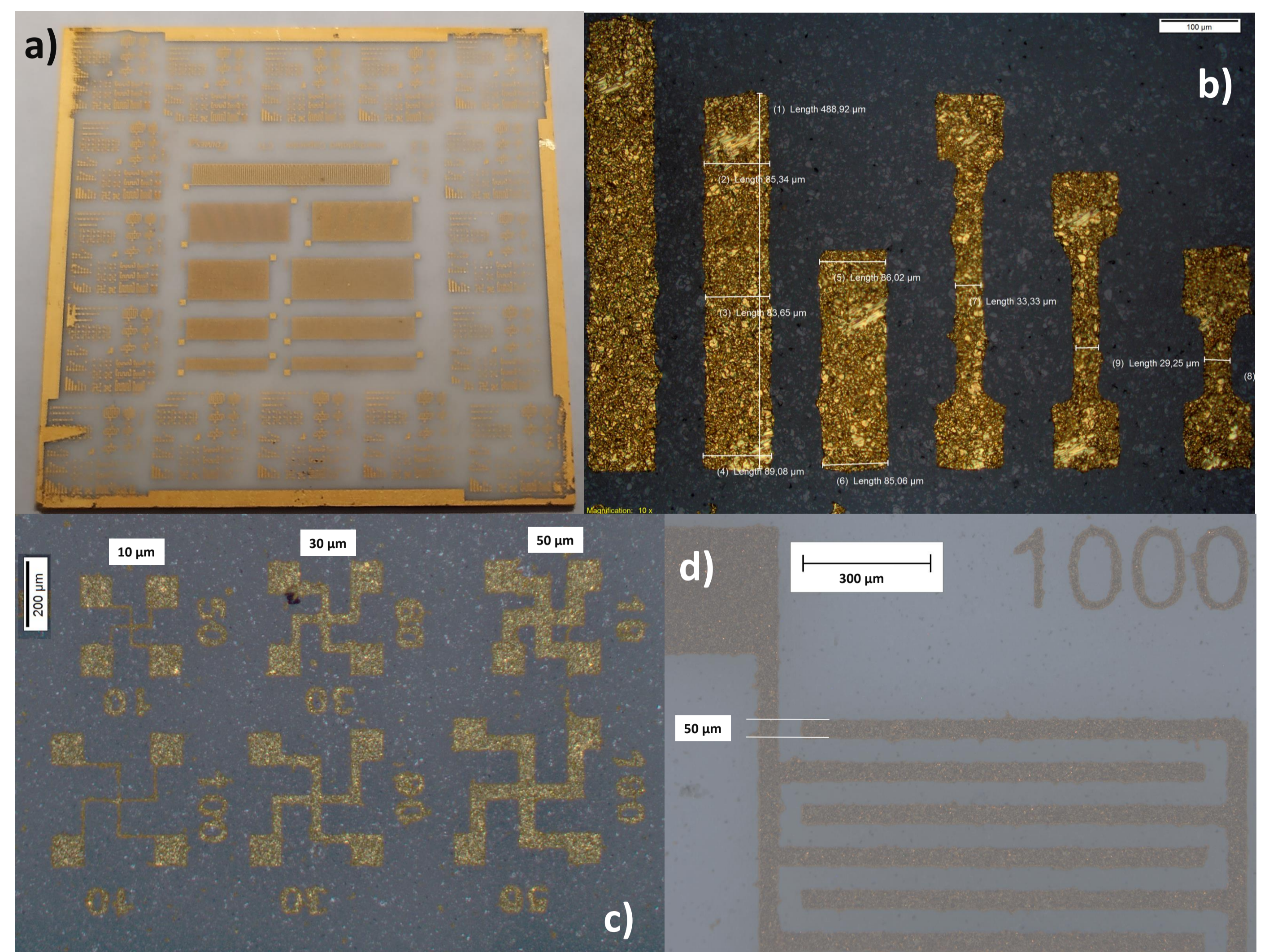


Figura 3: fotografia e microscopia óptica da amostra finalizada. a) amostra fabricada, b) resistores lineares, c) estruturas de Van der Pauw e d) capacitor interdigitado

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Através das análises via microscopia óptica pode-se observar as limitações e desafios que serão enfrentados nos próximos processos. Como observado nas imagens, a amostra não apresenta uma homogeneidade na qualidade das estruturas construídas na superfície da alumina 96%. Como o substrato utilizado é não polido e portanto tem uma rugosidade alta, as dimensões mínimas que podem ser alcançadas pela fotolitografia ficam comprometidas. No entanto, como verificado, mesmo nessas condições desfavoráveis, conseguiu-se atingir trilhas de 10 µm.

Os próximos passos serão: (i) a caracterização elétrica das estruturas, buscando informações como resistividade de folha e altura do filme depositado. (ii) fabricação de um veículo de teste de um microtransformador conforme os resultados e parâmetros extraídos desse primeiro teste e (iii) teste e caracterização do microtransformador.

REFERÊNCIAS

- Nascimento, F. do, Telles, A. C. C., Rocha, M. M., & Teixeira, R. C. (2019). A 4 mm toroidal microtransformer built with wire bonding and MCM technologies. 2019 34th Symposium on Microelectronics Technology and Devices (SBMicro), 1–4. <https://doi.org/10.1109/SBMicro.2019.8919297>
- do Nascimento, F., Telles, A. C. C., Joanni, E., & Teixeira, R. C. (2021). A Survey on Microtransformers. *Journal of Integrated Circuits and Systems*, 16(2), 1–12. <https://doi.org/10.29292/JICS.V16I2.472>
- Tan, X., Li, Q., & Ren, D. (2023). One dimensional MOSFETs for sub-5 nm high-performance applications: a case of Sb₂Se₃ nanowires. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 25(3), 2056–2062.