

Otimização do Processo de Eletrodeposição em Placas de Circuito Impresso

Anna Júlia Aparecida Carvalheiro (BIT/CNPq/FA/UEM), Sandro Rogério Lautenschlager (Orientador). E-mail: ra134993@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Elétrica, Eletrônica Industrial, Sistemas e Controles Eletrônicos.

Palavras-chave: Metalização, furos passantes, grafeno.

RESUMO:

Esta pesquisa tem como objetivo otimizar e automatizar o processo de eletrodeposição em placas de circuito impresso (PCI), analisando dois métodos distintos de ativação: a aplicação de tinta condutiva de grafeno Carbon Explore e o uso de solução de metalização. Para tal, foi desenvolvido um sistema de movimentação em impressão 3D, composto por suportes para a suspensão das placas no béquer, além de um motor de passo 28BYJ-48 controlado por Arduino Uno, permitindo a rotação da placa nos sentidos horário e anti-horário durante o processo. Segundo Khandpur (2006), esta tecnologia é fundamental e amplamente utilizada para circuitos de alta complexidade e densidade, permitindo que os condutores se cruzem sem a necessidade de jumpers adicionais.

INTRODUÇÃO:

O processo de eletrodeposição se tornou essencial para a fabricação de PCIs de duas faces com furos passantes, pois este processo exige a necessidade de conectar os dois lados da placa. Como o material do substrato das PCIs não é condutor, é preciso revestir este substrato com cobre para gerar a interconexão entre as faces através dos furos.

O princípio básico da eletrodeposição consiste na passagem de corrente contínua através de um eletrólito. A placa é conectada ao cátodo e o cobre que será depositado é conectado ao ânodo, assim, os íons do metal no eletrólito se transferem para o cátodo, resultando na metalização.

Khandpur (2006) afirma que a eletrodeposição é uma etapa crítica na fabricação de PCIs, sendo a qualidade do depósito vinculada a diversos parâmetros, como temperatura, densidade de corrente, movimento da solução, pH, filtração e concentração de íons metálicos.

Em torno disso, idealizou-se uma otimização do processo de eletrodeposição, visando um método simplificado e prático para a produção de PCIs, sem a

complexidade de técnicas industriais, contribuindo para o acesso à tecnologia de furos metalizados.

MATERIAIS E MÉTODOS:

Para o estudo, foi desenvolvido um sistema de rotação em forma de “X” em impressão 3D, o qual está acoplado ao driver ULN2003 e ao motor de passo 28BYJ-48, que atravessa o material. Ao motor de passo foi conectado um pequeno braço adaptado, impresso em 3D, contendo furos para a passagem de fios de cobre não revestidos, responsáveis pela sustentação da placa.

Com o Arduino Uno ligado ao driver, o código desenvolvido no software Arduino IDE é aplicado para gerar a rotação da placa, com movimentos de 90° em sentido horário e anti-horário, automatizando a atividade de rotação quando imersa no líquido. Para a alimentação foi utilizada uma fonte de corrente contínua com tensão variável, permitindo visualizar a variação da corrente durante todo o processo, a qual deve se manter constante. O terminal positivo da fonte foi conectado a dois elétrodos de cobre, enquanto o terminal negativo foi conectado à placa.

Os testes foram realizados com dois métodos de ativação: utilizando a tinta condutiva de grafeno Carbon Explore e uma solução de metalização de hidróxido de amônio, sulfato de cobre pentahidratado e hipofosfito de cálcio. Por fim, as soluções de eletrodeposição possuem uma composição padrão, com sulfato de cobre pentahidratado, ácido clorídrico, água deionizada e polissorbato 20, diferenciando-se pelo ácido cítrico e ácido sulfúrico utilizados em cada uma.

No total, foram realizados quatro testes: dois com tinta condutiva e eletrodeposição com ácido cítrico, um com tinta condutiva e eletrodeposição com ácido sulfúrico e um com a solução de metalização e eletrodeposição com ácido cítrico. Em todos os procedimentos, o tempo e a corrente para a eletrodeposição foram calculados com base no tamanho da placa, seguindo o princípio fundamental da eletrólise pelas Leis de Faraday. Com isso, o tempo para todas as placas foi de aproximadamente 43 min, com corrente variando de 0,97 A (placa feita na CNC) até 0,515 A (placas feitas no laser). Os métodos utilizados são ilustrados na Figura 1.

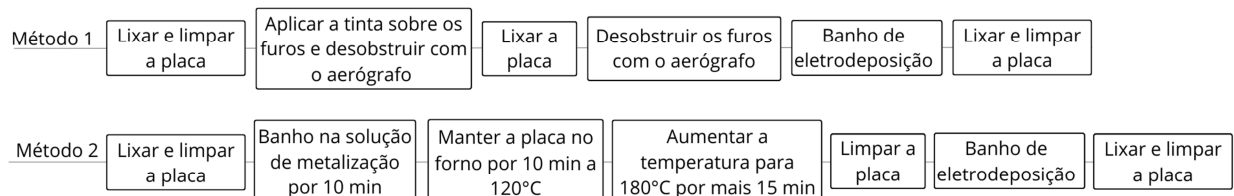


Figura 1 – Métodos aplicados para a metalização dos furos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para verificar se os furos foram metalizados, foi preciso isolar cada um com laser, medindo a resistência em cada um com o multímetro. Com base nos valores obtidos, os furos foram classificados em metalizados, não metalizados e obstruídos, classificação necessária devido a problemas na perfuração com laser nos furos de 0,2 a 0,5 mm, impedindo a tentativa de metalização dos mesmos.

Método nos furos	Quantidade de Furos	Furos metalizados	Furos não metalizados	Furos obstruídos
1º teste- Broca (CNC) e tinta	20	12	8	0
2º teste - Laser e tinta	20	13	3	4
3º teste - Laser e solução	20	12	0	8
4º teste - Laser e tinta	20	12	2	6

Classificação do estado dos furos em cada placa.

Seguindo os valores acima e considerando apenas os furos não obstruídos, a placa metalizada com a solução obteve deposição de cobre em 100% dos furos, apresentando o melhor resultado. A placa feita no laser e metalizada com a tinta apresentou 81,25% dos furos livres depositados, com desempenho próximo ao da placa com laser e tinta de outra solução de eletrodeposição, que obteve 85,71% dos furos depositados. Já a placa feita com broca obteve o pior resultado, com apenas 60% dos furos depositados.

Alguns fatores podem ser considerados para os problemas na metalização dos furos com a tinta, como, por exemplo, o método de aplicação, o tempo de secagem, a falta de fonte de calor ou até mesmo a intensidade e a grossura da lixa usada para retirar os excessos, que podem vir a “descolar” a tinta no interior do furo.

Em relação às duas placas feitas com laser e tinta condutiva, mas com soluções de eletrodeposição diferentes, foi possível notar que a segunda solução e a lixa mais fina apresentaram um melhor resultado, embora o desempenho não tenha sido discrepante. Notou-se também que as placas de furo a laser obtiveram um resultado melhor que as de furos feitos por broca (CNC).

Portanto, pretende-se realizar novos testes com a tinta condutiva de grafeno, adicionando fontes de calor e aprimorando a sua aplicação, a fim de obter melhores

resultados, uma vez que o método acaba sendo mais prático, simples e rápido do que o uso da solução de metalização.

CONCLUSÕES:

Verificou-se que é possível aplicar a tecnologia de furos metalizados de forma simples e prática, além de visualizar os possíveis erros e futuras melhorias, visando contribuir para o desenvolvimento de circuitos mais complexos sem a necessidade de recorrer aos moldes e serviços industriais.

AGRADECIMENTOS:

Agradecimento ao Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação (NAPI) Energia Zero-Carbono, a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) do Brasil e a Empresa Smart Sensor Design por fornecer os equipamentos e material de consumo dos teste.

REFERÊNCIAS:

RIBEIRO, D. J. **Metalização de furos de Placas de Circuito Impresso**. 2018. 90 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/23638>

KHANDPUR, R. S. **Printed Circuit Boards: Design, Fabrication, Assembly and Testing**. New York: McGraw-Hill, 2006.