

Limpeza - Essencial para conjuntos eletrônicos.

A limpeza é um processo essencial dentro da manufatura de produtos eletrônicos e tem sido usada por muitos anos para remover contaminadores potencialmente prejudiciais durante a fabricação de placas de circuito impresso. Esses contaminadores incluem fluxo, resíduos de solda e adesivos e outros contaminadores mais gerais como poeira e detritos presentes a partir de outros processos de manufatura. A finalidade da limpeza, especificamente com a indústria de produtos eletrônicos em rápida expansão, é essencialmente melhorar a vida útil do produto assegurando boa resistência superficial e que a corrente vaze até a falha da placa de circuito impresso. Esse mercado em desenvolvimento prevê os componentes eletrônicos modernos e futuros se tornando cada vez menores, exigindo alto desempenho e confiabilidade melhores que nunca. Para conseguir boa resistência de isolamento, a limpeza dos conjuntos eletrônicos é essencial. Isso só pode ser conseguido por meio do trabalho conjunto de fabricantes de fundentes/adesivos, de produtos para limpeza química, de equipamentos de limpeza e dos engenheiros eletrônicos, com o objetivo de atingir o desempenho ótimo dos processos de limpeza.

Há várias etapas nas quais a limpeza é necessária: Antes da gravação e da soldagem, para remover os contaminantes dos vários estágios anteriores de produção; depois da gravação, para remover o excesso de adesivo; e depois da soldagem, para remover os resíduos corrosivos de fundente e o excesso de pasta de soldagem. Na indústria, hoje em dia, muitos fabricantes estão mudando para processos 'sem limpeza', implicando em que a limpeza não é requerida após a soldagem. No processo 'sem limpeza' o teor de sólidos do fluxo é menor do que os tipos tradicionais, porém eles ainda contêm resina e ativador que não são removidos antes do processo seguinte, tal como revestimento ou encapsulamento da placa de circuito impresso. Esses resíduos, juntamente com quaisquer outros elementos indesejados coletados devido à falta da etapa de limpeza, podem causar problemas com a aderência e possivelmente afetar o desempenho do meio de proteção aplicado. Pode-se, portanto, dizer que mesmo com os avanços da tecnologia não existem fundentes que não exigem limpeza. No setor eletrônico a limpeza ainda é um processo essencial, em vários estágios. Finalmente, são necessários também estágios de limpeza para a remoção do revestimento e de adesivos quando reparos forem necessários, para a limpeza dos próprios componentes e para a manutenção da linha de produção.

Atualmente estão disponíveis duas categorias principais de produtos de limpeza: Produtos à base de solvente e produtos à base de água. Tradicionalmente, os produtos de limpeza à base de solvente, como o 1,1,1-tricloroetano e o 1,1,3-triclorotrifluoreto, dominavam o mercado. however, due to their ozone depleting potential, they have been replaced by a more diverse range of solvent cleaners. Atualmente, essa categoria é normalmente dividida em três subcategorias: Solventes para limpeza inflamáveis, solventes para limpeza não inflamáveis e solventes para limpeza halogenados não inflamáveis, como HFCs e HFEs. Os três tipos de solventes apresentam vantagens e desvantagens, mas, de modo geral, os solventes para limpeza podem ser descritos como produtos para limpeza de evaporação rápida, de estágio único. Entretanto, esses produtos exigem equipamento especializado para aplicação e extração, para proteção contra toxicidade e outros riscos em potencial.

Foram desenvolvidos também produtos de limpeza à base de água para substituir os produtos químicos que danificam a camada de ozônio e para oferecer uma solução para reduzir as emissões de solventes. A limpeza à base de água tem várias vantagens sobre os limpadores à base de solvente incluindo propriedades não inflamáveis, pouco odor, baixo ou sem VOC e toxicidade muito baixa. Há muitas aplicações para limpeza, todas dependentes do equipamento disponível. Seja ela uma aplicação ultra-sônica, spray sob imersão ou tipo lavadora de louça, é essencial identificar o limpador à base de água para a tarefa específica. Os produtos de limpeza à base de água tendem a ser muito mais complexos que os seus correspondentes à base de solvente. Os produtos de limpeza à base de água utilizam tecnologia surfactante para auxiliar a remoção de contaminantes de placas de circuito impresso, por meio da redução da tensão superficial e da suspensão ou emulsificação dos

contaminantes na solução. Alternativamente, os removedores de fundente à base de água atuam por meio de saponificação, neutralizando os ácidos do fundente. A única grande desvantagem dos produtos de limpeza à base de água é que são necessárias várias etapas para concluir o processo de limpeza, incluindo um processo de enxágüe em duas etapas e um estágio de secagem final. Finalmente, há também um novo tipo de produto de limpeza à base de água, sem surfactante. Esses produtos de limpeza à base de glicóis combinam as vantagens dos produtos de limpeza à base de água e à base de solvente, com um mínimo exigência de secagem.

Com o desenvolvimento continuado do mercado de produtos de limpeza para atender a demanda do setor em expansão, é importante que o nível de limpeza necessário seja definido claramente. Uma parcela significativa de resíduos de fundente e de contaminantes potencialmente danosos não é visível a olho nu ou mesmo com o auxílio de ampliação. Assim sendo, é vitalmente importante utilizar o método correto para verificar se o nível de limpeza obtido atende os padrões especificados pelo engenheiro eletrônico. Há dois tipos de resíduos: iônicos e não iônicos. Há também vários métodos para a avaliação do nível de contaminação após a limpeza e para descrever exatamente o significado da expressão "limpo".

Resíduos não iônicos, incluindo breu, óleos e graxa, não são condutores e normalmente são espécies orgânicas que permanecem na placa após a fabricação ou a montagem. Esses resíduos podem apresentar propriedades isolantes, que constituem problema, caso os conjuntos utilizem contatos de encaixar ou conectores. Podem provocar má aderência da máscara de soldagem, do revestimento isolante e dos componentes para embutimento, além do aprisionamento de contaminantes iônicos e resíduos estranhos.

Contaminantes iônicos são normalmente resíduos de fundentes ou de materiais danosos, que permanecem depois do processo de soldagem. Compostos orgânicos e inorgânicos solúveis em água podem se dissociar em uma solução, enquanto íons carregados aumentam a condutividade total da solução. Esses compostos podem diminuir a confiabilidade dos componentes e dos conjuntos eletrônicos, contribuindo para a ocorrência de correntes de fuga entre circuitos, de corrosão e de crescimento de dendritas. Embora tanto as contaminações iônicas como as não iônicas tenham impacto na confiabilidade do dispositivo no qual estão presentes, a contaminação iônica é responsável pela maior parte das falhas.

Há vários métodos para o monitoramento do nível de contaminantes, tanto iônicos como não iônicos. O método mais simples e adequado para o monitoramento dos tipos de resíduos é a inspeção visual. Embora esse método não forneça dados quantitativos, deverá sempre ser utilizado juntamente com outros métodos. A ampliação de cerca de 10 a 15 vezes deverá ser suficiente para fins da qualidade e fornecerá informações sobre os processos de produção, incluindo manuseio e embalagem, e sobre a contribuição desses processos para a contaminação.

Além da inspeção visual, não há métodos simples para a medição do nível de resíduos não iônicos. O método de análise mais utilizado é o de Espectroscopia em Infravermelho por Transformada de Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy - FTIR), pela sua eficiência na determinação da identidade exata da contaminação. Para a identificação de resíduos de breu podem ser utilizadas a Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (High Performance Liquid Chromatography - HPLC) e a Espectroscopia em UV Visível. A Microscopia Eletrônica por Varredura (Scanning Electron Microscopy - SEM), a análise com Raio X por Dispersão de Energia (Energy Dispersive X-ray - EDX) e a análise pelo método de Auger também são adequadas para a determinação de resíduos e de contaminantes em PCBs e cada um desses métodos apresenta vantagens específicas. Os equipamentos necessários para a realização desses tipos de análises são caros, exigem muita manutenção e, conseqüentemente, raramente são utilizados em ambientes de produção.

Um método comum para a determinação do grau de contaminação iônica é a medição da Resistividade do Extrato Solvente (Resistivity of Solvent Extract - ROSE), conhecida também como Condutividade do Extrato Solvente (Solvent Extract Conductivity - SEC). O princípio teórico da ROSE é que à medida que aumenta concentração de íons em uma solução, a resistividade diminui. Versões simplificadas automáticas do método ROSE (ex.: Medidor Ômega, Ionógrafo ou Zerolon) são utilizadas por vários integradores de circuitos eletrônicos

para fins de controle da qualidade. O padrão do setor, o IPC-TM-650, utiliza uma solução de álcool isopropílico e água desionizada para extrair os contaminantes, enquanto o medidor registra a alteração na condutividade. Esse tipo de teste é amplamente aceito e fornece resultados rápidos. Porém, o método pode ter aplicação restrita. Originalmente, o método foi desenvolvido para testar resíduos de fundentes tradicionais à base de breu e utiliza um solvente barato e comum (álcool isopropílico). O escopo do método está um tanto desatualizado e poderá não alertar os usuários sobre possíveis alterações resultantes de resíduos não solúveis. As alterações nos níveis aceitáveis de limpeza evidenciam também o desenvolvimento do setor de limpeza. Tradicionalmente, para os produtos de limpeza do tipo CFC-113 mencionados anteriormente, era considerado aceitável um limite de 1,56 µg/cm² (10 µg/in²) de NaCl equivalente, conforme estabelecido na ANSI/J-STD-001. Atualmente, a maioria dos integradores está chegando bem abaixo desse nível, normalmente na faixa de 0 a 1 µg/in². Além disso, esse método permite medir apenas a contaminação iônica e não define exatamente qual é ou onde se encontra a contaminação.

Dois outros métodos que fornecem dados importantes são a medição da Resistência de Isolamento da Superfície (Surface Insulation Resistance - SIR) e a Cromatografia de Íons (Ion Chromatography - IC). A medição da SIR envolve a medição da alteração da corrente elétrica com o decorrer do tempo, por meio de um PCB tipo pente entrelaçado, e normalmente é feita sob níveis elevados de temperatura e umidade. A presença de contaminação diminui a resistência de isolamento do material existente entre os condutores. A Cromatografia de Íons (IC) é um método mais moderno para avaliação da limpeza, que pode ser empregado para a identificação e quantificação de determinadas espécies iônicas presentes no dispositivo eletrônico. Esse método de teste detalha uma relação específica de resíduos iônicos, que podem ser removidos utilizando uma mídia específica. A análise posterior do fluido permite separar, identificar e quantificar os resíduos. Nesse método, o manuseio e a preparação do substrato são fatores críticos, o que o torna particularmente caro e demorado. Assim sendo, de modo geral esse método não é utilizado para fins de controle da qualidade, mas como uma técnica analítica mais específica.

A limpeza eficaz de PCBs e dos respectivos componentes é parte essencial da fabricação de produtos eletrônicos. A limpeza aumenta a confiabilidade dos conjuntos e permite que as operações de revestimento e de encapsulamento sejam executadas com plena confiança. O tipo de produto de limpeza escolhido depende muito das condições da fabricação. Uma vez escolhida a tecnologia à base de solvente ou à base de água, o método e a configuração correta da aplicação são fundamentais para o sucesso da limpeza. Muitos métodos têm sido especificados para avaliação da limpeza. Entretanto, o IPC TM-650 é o padrão do setor. O IPC TM-650 detalha métodos para vários dos testes de limpeza descritos acima, estabelecendo diretrizes precisas para a análise. É claro que alguns métodos são caros e um tanto demorados. Entretanto, podem fornecer dados extremamente precisos sobre o tipo, a localização e a quantidade de resíduos. Outros métodos menos completos podem ser utilizados para controle rápido e eficiente da qualidade. Resumindo, a escolha do processo de limpeza mais adequado, que, por sua vez, forneça o nível de limpeza exigido, é a chave para garantir a máxima confiabilidade, com o mínimo de custo.