



Hot Air

CONSULTORIA EM SMT/PTH



VIPPO – O que é isto?

Elaborado por: Eliana Lobo Silveira

Fonte

- i-connected007.com
- Universal Instruments
- <https://www.researchgate.net/publication>
- SMT Magazine Nov/2017
- IPC-7093A

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

À medida que o sinal de velocidade, os requisitos de desempenho e a densidade de roteamento aumentam, o uso de tecnologia avançada de PCB está se tornando cada vez mais importante. Como resultado, muitos pads de BGA estão adotando, dentro do projeto da PCB, a estrutura Via-In-Pad Plated Over (VIPPO) ou também chamada de estrutura Plated Over Filled Via (POFV). Esta estrutura VIPPO é melhor do que o tipo mais tradicional de estrutura Dog Bone Pad ou Via-in-Pad e torna o roteamento entre a camada e o espaço da camada mais amplo, encurtando o comprimento do caminho do sinal, reduzindo a capacitância e a indutância destes dois efeitos parasitas, melhorando assim o desempenho de alta velocidade do sinal.

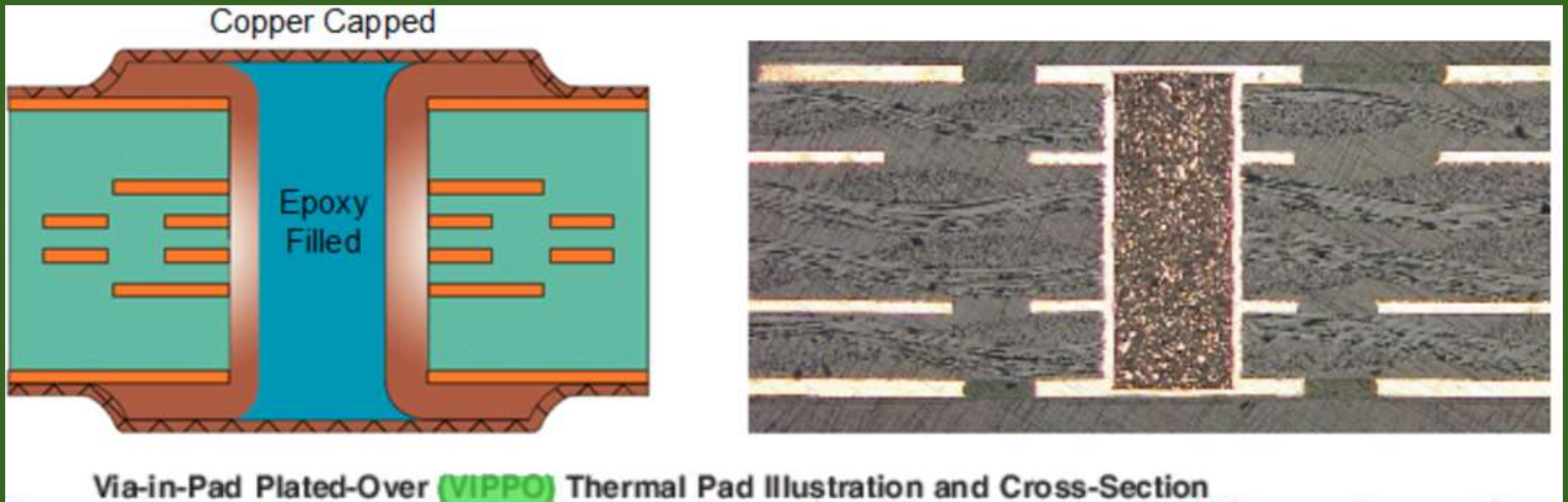
VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

O que é VIPPO?

- São necessários dois processos de galvanoplastia para garantir a espessura do cobre nas paredes dos furos e no “cap” do revestimento nas VIPPO. Além disso, a fim de reduzir a espessura do cobre no “cap”, um processo de desbaste do cobre é adicionado após o plug dos furos. Ao mesmo tempo, há a necessidade de garantir que a quantidade reduzida do cobre não seja muito grande, para evitar problemas na soldagem de componentes sobre esses pads (caps). No uso do processo VIPPO, muitas vezes, a espessura da superfície do cobre excede o padrão. A espessura do cobre varia muito, a laminação externa é difícil e o processo de redução da espessura do cobre e outros problemas, tornam o processo complicado, o que acrescenta dificuldade à operação de campo.

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

O que é VIPPO?



VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Vantagens das VIPPO

- Aumenta a densidade do layout da fiação, economizando espaço na PCB.
- Reduz a contagem de camadas da PCB, através do alargamento do canal de fuga do BGA com uma Blind Via.
- Eliminação das camadas elétricas através da substituição das vias de passagem por micro vias
- VIPPO tem uso limitado da espessura para a PCB (normalmente de 1,6mm a 2,8mm).
- Redução da relação de Aspect Ratio entre a Via e a PCB.

$$\text{Aspect Ratio} = \frac{\text{Espessura da Placa (T)}}{\text{Diâmetro do Furo (D)}} \quad \text{Aspect Ratio} < 3$$

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Vantagens do VIPPO

Os Elementos Parasitas de PCBA

- Elementos Parasitas, como existem nas PCB, não são elementos físicos e geralmente podem ser definidos da seguinte forma:
 - Elementos Parasitas de PCB são elementos elétricos intrínsecos indesejados que são criados nas PCBA em virtude de sua proximidade com os elementos de circuito reais. Estes elementos intrínsecos podem existir ao longo ou entre quaisquer elementos condutores da própria PCBA (por exemplo, ao longo de trilhas ou entre pinos de componentes adjacentes, etc.). Estes parasitas são parte da razão do comportamento elétrico menos ideal dos elementos de circuito.
 - Os Elementos Parasitas das PCB são semelhantes a outros parasitas, pois drenam os sinais vitais que são necessários para um desempenho ideal do circuito. Além dos parasitas entre os elementos condutores, todos os componentes da PCB têm parasitas associados a eles. E estes podem ser resistivos, indutivos e capacitivos.

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Tipos de Parasíticos

- **Resistivo**

- A resistência parasitária existirá em série ao longo das trilhas ou como uma derivação entre os elementos condutores.

- **Indutivo**

- A indutância parasitária existirá ao longo de um fio ou trilha e exibirá o mesmo comportamento de um indutor real, que está armazenando e dissipando a energia elétrica.

- **Capacitivo**

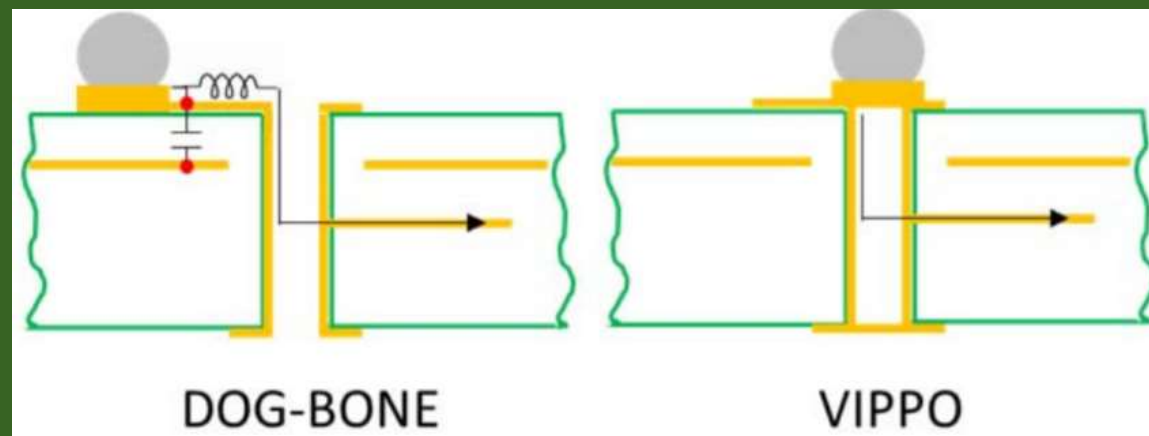
- A capacitância parasitária existirá quando dois elementos condutores próximos estiverem em níveis de carga diferentes ou possuírem níveis de carga diferentes.

Em muitos casos, seus efeitos são insignificantes mas, na verdade, a capacidade parasitária pode ter um impacto significativo na operação da PCBA.

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Como a estrutura VIPPO pode influenciar esses efeitos parasítos?

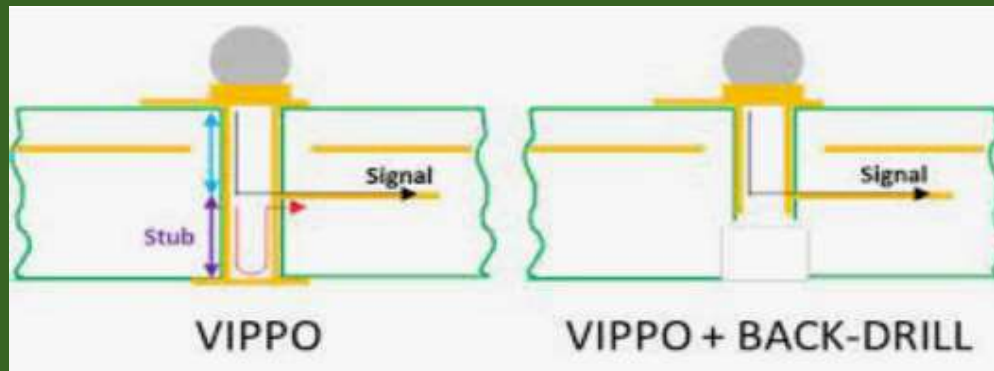
- As trilhas de sinal, que conectam os pads do BGA com as vias, atuam como indutores. Além disso, como os projetos de alta velocidade tipicamente têm planos de terra imediatamente abaixo da camada externa, ali também é gerado um efeito capacitivo. Com o VIPPO, a camada externa de trilhas é eliminada, eliminando-se assim os dois efeitos parasítos.



VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Estrutura do VIPPO + Back-Drill

- Buscando ainda mais a melhoria do sinal, o uso de um back-drill com a estrutura VIPPO pode eliminar os reflexos dentro da porção não utilizada da via, que atua como um stub. A porção da via indicada pela seta roxa não está em série com o caminho do sinal, mas sim, atua como um stub. Portanto, uma porção do sinal é refletida de volta, criando uma interferência, que degradará o desempenho do sinal de alta velocidade. Portanto, o objetivo da via de retorno é remover esta porção "não utilizada" da via, a fim de eliminar os reflexos para um sinal mais limpo.

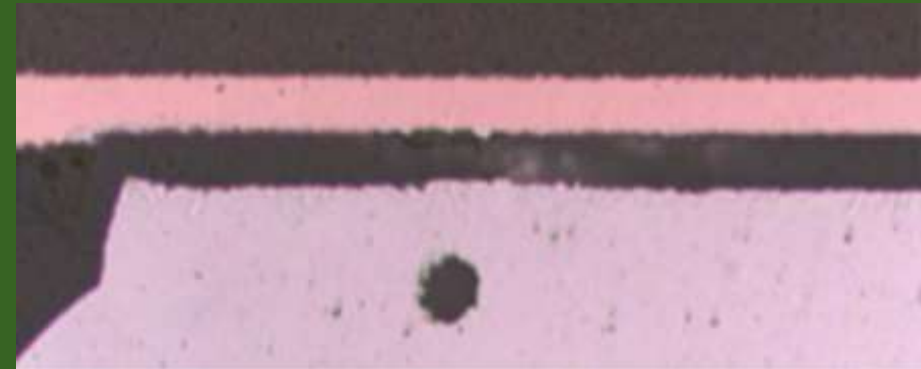


VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que Ocorrem com VIPPO

- **Separação da solda**

A falha ocorre quando a solda se separa da IMC durante ou imediatamente antes da refusão. Este modo de falha é particularmente preocupante porque a descontinuidade é tão pequena em relação ao tamanho da própria junta de solda que não pode ser detectada através de metodologias de inspeção por raios X. Além disso, em muitos casos, é apenas uma separação parcial da junta de solda do BGA e portanto, pode nem mesmo ser detectada através de ICT ou técnicas de teste funcional. Sem uma metodologia robusta para a triagem destes defeitos, isto apresenta um risco extremamente alto para potenciais fugas para o campo.



VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que Ocorrem com VIPPO

continuação

- **Separação da solda**

Tipicamente, este modo de falha foi encontrado em BGA com pitch de 1mm (39mil) ou menos e em PCB com pads que incluem um design misto de pads VIPPO e Non-VIPPO. A separação da solda ocorre quando o componente é submetido a uma refusão secundária, seja durante o SMT superior para componentes inferiores ou durante o retrabalho de um componente BGA adjacente, ou espelhado. Como a “trinca” ocorre entre a solda e o IMC, ele não tem a típica assinatura de fratura de junta de solda quebradiça, que tem uma interface de fratura plana através do IMC, como mostrado na próxima página. Em vez disso, este modo de falha exibe mais um rasgo de solda quente ou tipo de separação do modo de falha, já que a solda se separa da IMC, deixando-a intacta.

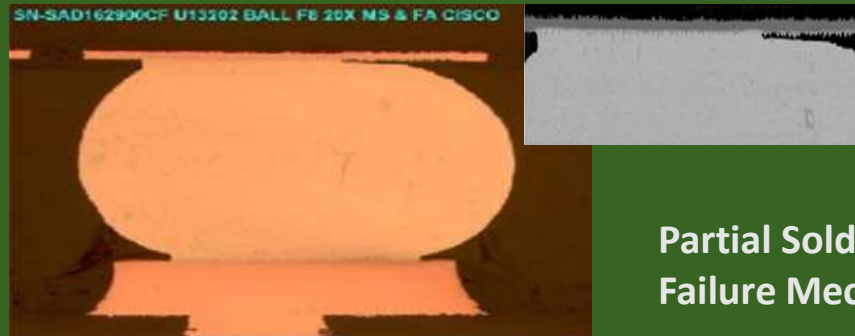
VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que Ocorrem com VIPPO

continuação

- **Separação da solda**

Como a forma da solda separada é arredondada perto da interface aberta ou parcialmente aberta, do lado do componente, isto indica que a junta de solda foi submetida a uma segunda refusão, posterior à separação. Além disso, como a separação é entre a solda e a IMC, e não reflete uma fratura frágil, suspeita-se que a separação ocorreu após a solda ter amolecido e estar quase derretida.



**Partial Solder Separation
Failure Mechanism**

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que Ocorrem com VIPPO

continuação

- **Separação da solda**

Parece haver dois efeitos primários que estão ocorrendo que contribuem para este mecanismo de falha.

- Primeiro, há um descasamento CTE entre a estrutura VIPPO e a estrutura Non-VIPPO, ou seja, a estrutura VIPPO deep-backdrill, que resulta em uma maior expansão da PCB sob o pad do BGA Non-VIPPO, ou o pad VIPPO deep-backdrill, em comparação com o pad VIPPO do BGA.
- Segundo, a maior condutividade térmica da estrutura VIPPO em comparação com a estrutura Non-VIPPO, ou com a estrutura VIPPO deep-backdrill, permite que as juntas de solda VIPPO alcancem o líquido antes das juntas de solda adjacentes em um pad Non-VIPPO, ou com o pad VIPPO deep-backdrill.

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que Ocorrem com VIPPO

Continuação

- **Separação da solda**

Portanto, durante um processo de refluxo secundário, quando as juntas de solda adjacentes Non-VIPPO ainda são sólidas, são induzidas tensões de tração nas juntas de solda VIPPO à medida que as juntas de solda adjacentes Non-VIPPO são empurradas para cima devido à maior expansão da PCB fora do plano sob esses pads.

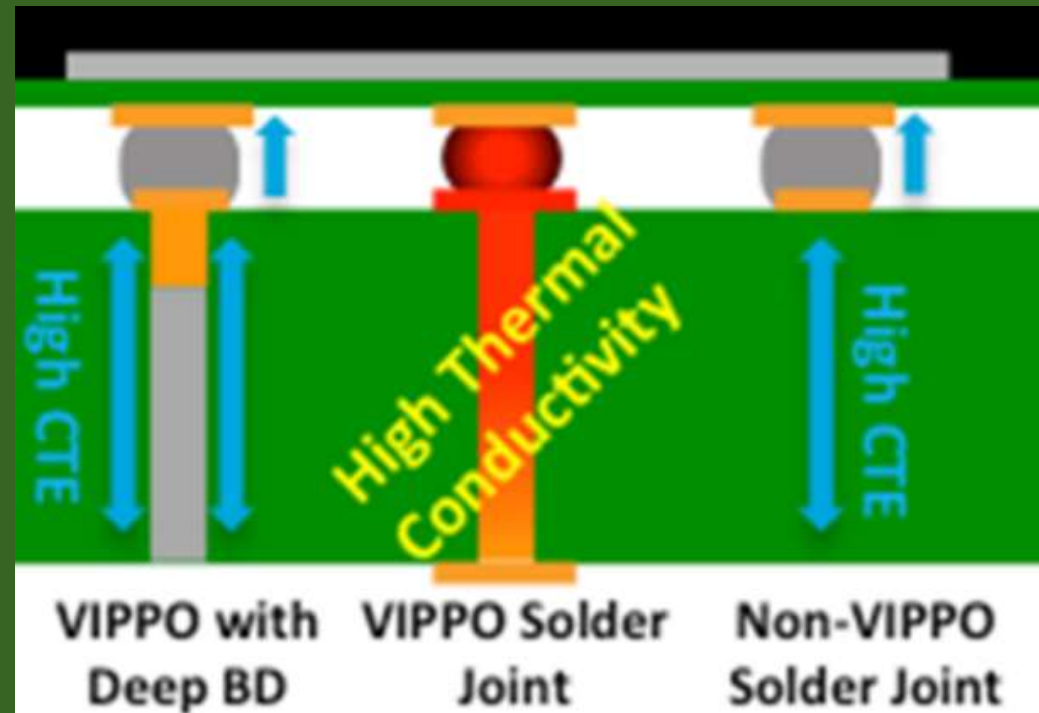
Posteriormente, quando as juntas de solda VIPPO se fundem, estas altas tensões são aliviadas à medida que a solda se separa da IMC. Esta separação da solda pode ocorrer tanto na interface do componente quanto na interface da junta de solda da PCB, dependendo do que for a interface mais fraca. Como a PCB é uma placa não soldada e o componente BGA normalmente possui um placa onde ele está montado (soldado), a separação ocorrerá mais provavelmente na interface do componente.



VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Defeitos que ocorrem com VIPPO

- Gradiente Térmico entre as estruturas VIPPO e Non-VIPPO.



BD - Back-drill

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Table 6-6 Via-in-Pad Plated-Over (VIPPO) Design Parameters:

Parameter	Design Recommendation
Printed board surface finish	Cu-OSP
Laminate type	Pb-free qualified
Printed board thickness range	1 mm to 6.35 mm
Printed board surface Cu foil	17.1 μm to 51 μm
Printed board subsurface Cu	17.1 μm to $\geq 68.6 \mu\text{m}$
Solder paste alloy	SAC 305 / SAC 405 Other pastes (e.g., low-temperature solder) may require further characterization.
Powder mesh size	Type 3 or Type 4
SMT reflow soldering	Convection or vapor phase
Reflow atmosphere	N (< 1,000 ppm O_2)
Reflow maximum peak temperature	250 $^{\circ}\text{C}$
Reflow maximum TAL	60 to 200 seconds
Flux chemistry	No-clean / Water soluble
Package size range	1.2 mm^2 to $\geq 9 \text{mm}^2$
Thermal via type	VIPPO
Via plugging	None
Via connection type	Solid plane / No thermal relief
Via quantity range	1 to ≥ 30
Via finished hole size range	203 μm / 254 μm / 305 μm , up to 0.7 mm
Via locations	Evenly distributed orthogonal arrays; maximizes wireability
Minimum via pitch	0.8 mm
Minimum solder mask web	0.15 mm under thermal pad
I/O solder mask definition	SMD; no ganged openings
Printed board thermal pad size	Equal to component die paddle size
Thermal pad geometry	Symmetric, evenly distributed, multiple smaller windows
Thermal pad coverage	50 % to 75 %
Stencil aperture ratios	> 0.67; 0.80 target
Stencil print windows	1:1 with printed board Cu shapes Standard EMS print capabilities
Final soldered stand-off	50 μm to 75 μm
Thermal pad voiding*	< 30%

*Typical voiding levels. See IPC-4101 and J-STD-001 for voiding requirements.

Recomendações para Soldagem – IPC-7093A

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Conclusão

Ações a serem tomadas para elaboração da Curva de Refusão de Solda e Retrabalho do BGA com pads VIPPO:

1. Atentar para a recomendação da Curva de Refusão das PCBA que contém VIPPO. Observar a norma IPC-7093.
2. A preocupação maior com PCB que tenham esse tipo de roteamento (VIPPO) e necessite de uma segunda refusão, é garantir que não ocorrerá a separação da solda na camada intermetálica, seja por refusão ou condutividade térmica.
3. Tem-se que garantir que as temperaturas aplicadas não irão causar a dissolução do cobre quando for feito o retrabalho do BGA. Isso é, controlar tempos e temperaturas das curvas de retrabalho, garantindo que não haverá dwell time suficiente para dissolver o cobre.

VIPPO - Via-In-Pad Plated Over

Conclusão

continuação

Ações a serem tomadas para elaboração da Curva de Retrabalho do BGA com pads VIPPO:

4. Para aprovação dos processos de soldagem, deverão ser feitos cross-sections para analisar a espessura da camada de cobre e/ou defeito de separação da solda, garantindo que a espessura não tenha reduzido o suficiente para causar danos ao sinal, nas PCBA retrabalhadas, como também não venha a ocorrer defeito intermitente nas PCBA com solda refundida, que somente será comprovado em campo.
5. Testes funcionais devem ser feitos para garantir a integridade do sinal.

**Conhecer para
inovar sempre,
com menos riscos.**



OBRIGADA!