

Búsqueda de Circuitos Abiertos BGA en Producción

Glen Leinback es ingeniero de producción senior de Agilent Technologies, Loveland, CO; email: glen_leinback@agilent.com einback

Un nuevo método utilizando AXI, compara el tamaño de las bolas BGA para detectar soldaduras abiertas

La complejidad y densidad de las placas de circuitos impresos continúan incrementándose sin parar. Simultáneamente, se utilizan cada vez más, circuitos integrados más complejos en estas placas. Los métodos de encapsulado utilizando interconexiones con periféricos como Quad Flat Packs (QFP), Small Outline Integrated Circuits (SOICs), Thin Small Outline Packages (TSOPs), Shrink Small Outline Packages (SSOPs) y Plastic Leaded Chip Carriers (PLCCs), han llegado a sus límites prácticos en la producción a partir de más de 200 pines.

Pasando de un encapsulado de periferia lineal para la interconexión a un array bi-dimensional, es posible realizar más interconexiones en el mismo espacio y con un espaciado mayor comparado con aquellos utilizados en tecnologías de montajes superficiales antiguas. El Ball Grid Array (BGA) es la implementación más común de este concepto (figura 1). Sin embargo, todos los encapsulados tienen un problema común: las soldaduras que no están en los bordes del encapsulado están fuera de vista y no pueden ser inspeccionados visualmente para verificar su calidad o confirmar sus defectos.

Popularidad en aumento

Hace varios años, el BGA se implementaba como una excepción,

normalmente en un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) con más de 200 pines. En aquel tiempo, utilizar más de un BGA por placa era una excepción.

Hoy en día, los BGAs y Chip Scale Packages (CSPs) con menos de 100 pines son comunes por su bajo costo y su capacidad de disipar calor. Los BGAs con más de 100 pines son típicos también.

El BGA está llegando a ser tan común como el QFP. La mayoría de las placas tienen al menos uno, siendo típico entre 10 a 20 por placa. Hoy un PCB complejo puede tener entre un 25 y 50 por ciento de sus soldaduras en BGAs. Incluso con un proceso de ensamblaje bien caracterizado y controlado, seguro que se producirán defectos de soldadura en los BGAs sin que haya un método de inspección visual disponible.

AXI y BGAs

Automatic X-Ray Inspection (AXI) encaja adecuadamente con los BGAs. Con sistemas AXI, el latón, el plomo y otros metales en las bolas y soldaduras son claramente visibles. Asimismo, la mayoría de los materiales BGA como FR-4, cobre y cerámica son relativamente transparentes. En los últimos cinco años, tanto sistemas de Rayos-X 2D (transmisión) como 3D (laminografía y tomosíntesis) han sido muy efectivos en aislar muchos defectos en los BGAs, como ausencia de bolas, soldaduras abiertas y el no alineamiento de partes.

Automated Optical Inspection (AOI), utilizado para la inspección de posicionamiento, también ha sido efectivo a la hora de controlar el proceso. Sin embargo, con 5000 a 15000 soldaduras BGA por placa, todavía se producen defectos. Estos defectos tienen que aislarse y ser confirmados antes de reparar ya que la reparación del BGA es cara y arriesgada.

El BGA es normalmente un componente caro y a menudo tiene que

ser limpiado después de quitarlo de la placa. Se necesitan equipos especiales de reparación que funcionan bajo observación de operadores entrenados para realizar la reparación. Existe un riesgo significativo de desear el montaje entero, por un daño inevitable en la placa PCB.

Las soldaduras BGA

En todos los encapsulados BGA una bola de soldadura está unida al encapsulado en cada posición de la rejilla de soldadura (grid). Esta unión se efectúa antes de que se incorpore el IC al encapsulado. Durante el ensamblaje se utilizan pastas para soldar las bolas a la placa.

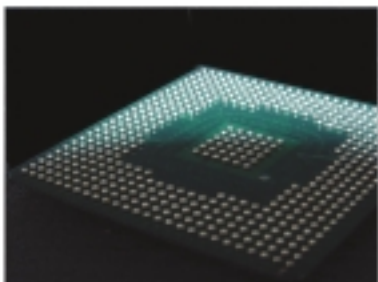
Las bolas de soldadura fundibles (eutéticas) se funden y se fusionan durante el proceso de soldadura con las pastas. Estos encapsulados están normalmente hechos del mismo material que las placas impresas y son los más baratos y populares.

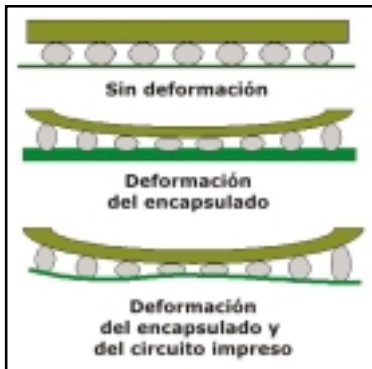
Las bolas de soldadura no fundibles (no-eutéticas) están hechas de una aleación que no se funde durante el ensamblaje. La pasta de soldadura suelda estas bolas a la placa. Esta técnica se utiliza muy a menudo en encapsulados cerámicos más caros que requieren un espacio vertical en placa más grande para disponer de un mayor alivio de carga.

Los circuitos abiertos BGA

Algunos defectos de soldadura BGA, son circuitos abiertos. Para el AOI, encontrar estas soldaduras abiertas en BGAs es imposible y también se ha demostrado que es difícil para el AXI. Las bolas de los encapsulados BGA tienen un diámetro mayor que las soldaduras de unión entre la bola y placa. De este modo, se bloquean los rayos-x evitando que los sistemas AXI 2D y 3D generen imágenes claras del interfaz donde se producen la mayoría de los circuitos

Figura 1. Un ball grid array (BGA) típico.





abiertos.

Se necesita un método fiable para encontrar las soldaduras abiertas en los encapsulados BGA. Midiendo una característica secundaria de las uniones de soldadura consecuente con los circuitos abiertos, seguramente se pueden encontrar los defectos.

Cuando la pasta está presente en la placa y se produce una unión abierta, normalmente la pasta atrae la bola por un efecto capilar. En bolas eutécticas (fundibles), la pasta se fusiona con la soldadura. Los efectos de la tensión superficial hacen que la bola en una unión abierta tenga un diámetro mayor que en una unión buena.

En bolas no eutécticas (no-fun-

dibles), la soldadura atrae la bola y la tensión superficial hace que la soldadura ocupe el espacio donde la bola está unida al encapsulado.

En cualquier caso, el diámetro de una unión de soldadura abierta es muy grande. AXI debe ser capaz de encontrar los circuitos abiertos midiendo los diámetros de las bolas logarítmicamente y compararlos con un estándar conocido. Pero eso es sólo una parte de la repuesta.

En la fabricación, otros factores causan variaciones en el diámetro de la bola. Si se mide el diámetro de la bola y se compara a un valor estándar, aparecerán muchos defectos falsos. Sin poder confirmar o rechazar visualmente las llamadas de defecto, se realizarán muchas reparaciones caras e innecesarias o la llamada será ignorada. Se necesita un método para compensar las otras causas de variaciones.

Cambio de forma

La causa predominante de la variación del diámetro de la bola es el cambio de forma del encapsulado BGA y la placa (figura 2). Donde el espacio entre el BGA y la placa es grande se producen uniones altas con diámetros más pequeños. Donde el espacio es menor, las uniones

serán más cortas y más anchas. El cambio de forma puede ser causado por el enfriamiento rápido y no homogéneo o por la liberación de la presión de la placa en el proceso de fabricación del PCB. El diseño asimétrico de un encapsulado BGA con una cavidad (apuntando hacia arriba o hacia abajo) puede causar un cambio de forma durante el calentamiento o enfriamiento.

Ya que no todas las uniones de soldadura se solidifican al mismo tiempo, un cambio de forma que normalmente desaparece después del enfriamiento puede convertirse en permanente. Sin reparar en la causa, se necesita una compensación para el efecto de cambio de forma en el diámetro de la unión de soldadura para encontrar circuitos abiertos BGA con este método.

El efecto de cambio de forma en el diámetro es normalmente gradual a lo largo del BGA. No se producen cambios bruscos o discontinuidades en el espacio entre el BGA y la placa (figura 3).

Método de comparación de bolas

Comparando el diámetro de cada bola en un BGA con los diámetros de sus bolas vecinas, se debe eli-

Figura 2. Comparación de los efectos de cambio de forma del encapsulado y de la placa.

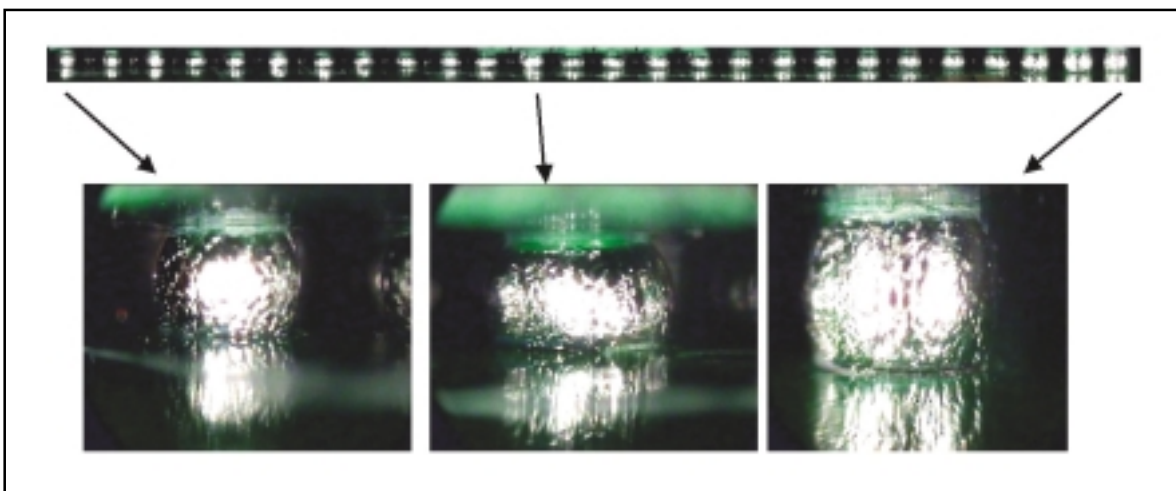


Figura 3. Bolas a lo largo del borde del BGA afectadas por el cambio de forma del encapsulado y de la placa.

Figura 4. Comparación de los diámetros de las bolas vecina-próxima.

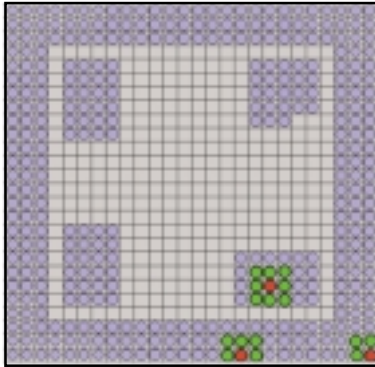


Figura 5. Diámetros exagerados de las bolas para la comparación vecino-próximo.

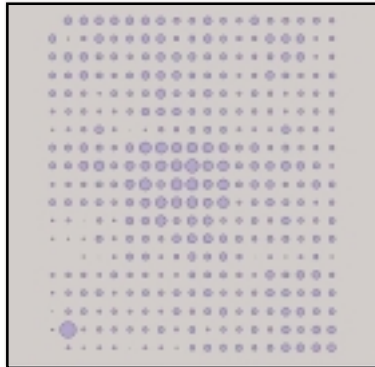
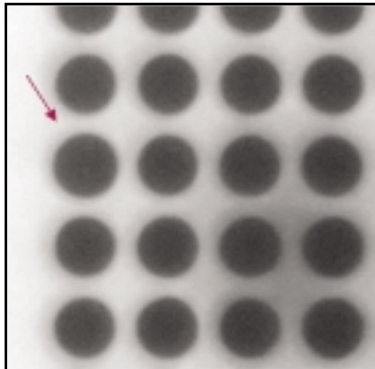


Figura 6. Laminografía por rayos-x de una unión de soldadura abierta con un diámetro mayor.



minar el efecto de cambio de forma. En la figura 4, se compara el diámetro de la bola roja con los diámetros de las verdes para la detección de circuitos abiertos. El procedimiento se repite para cada bola en el BGA.

La figura 5 representa un diagrama exagerado del diámetro de las uniones. El diámetro de cada bola se resta del diámetro de la bola más pe-

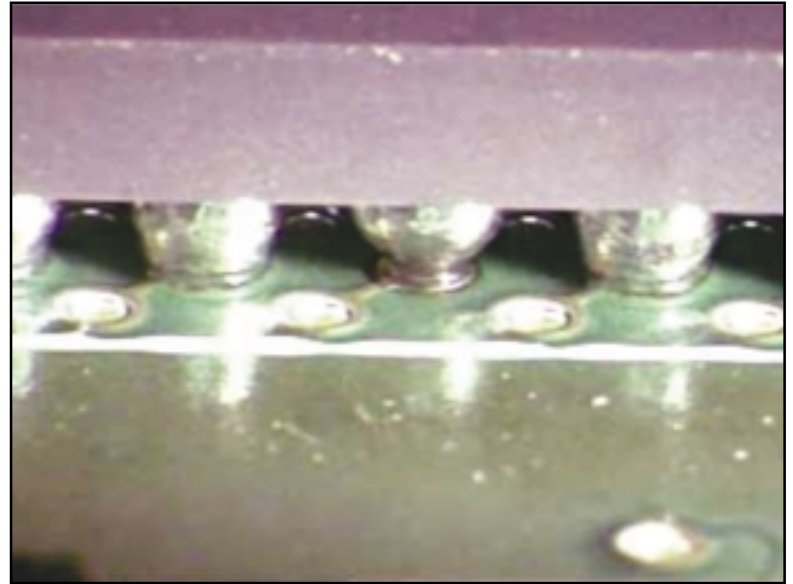


Figura 7. Unión de soldadura abierta en un BGA de plástico eutéctico.

queña en el BGA. Los resultados se muestran en una gráfica para acentuar las diferencias. Las variaciones de los diámetros debido a los cambios de forma indican que el encapsulado y la placa están probablemente más cerca del centro del encapsulado que en los bordes. La bola grande en la esquina izquierda inferior de la figura 5 indica un circuito abierto confirmado. En la figura 6, se muestra una unión de soldadura abierta teniendo un diámetro mayor que sus vecinos próximos.

Durante las pruebas beta del método de comparación de bolas, sólo se probaron los BGAs de plástico (PBGAs) con bolas fundibles (figura 7). Probando más de 900 encapsulados conteniendo casi 300000 uniones BGA, se detectaron más de 70 defectos. Un tercio de estos defectos estaban en la fila exterior de las uniones y el 90 por ciento de estos eran defectos reales. Quince fabricantes de equipos (OEMs) y proveedores de servicios de fabricación electrónica aportaron 35 placas sos-

pechosas de tener circuitos abiertos BGA para ser probadas. Los BGAs bajo sospecha algunos tenían un número de pines variable, desde menos de 100 pines hasta casi 1200 pines, y sin embargo las uniones abiertas fueron encontradas en 16 placas.

En tests posteriores para otro fabricante, los circuitos abiertos confirmados fueron encontrados en dos ejemplares de BGA cerámicos (CBGA) de 360 pines con bolas no fundibles (figura 8). Basados en esta experien-

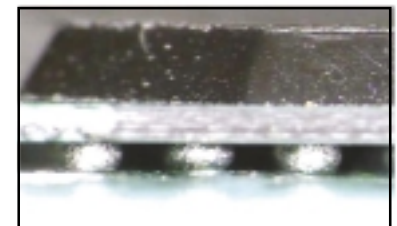


Figura 8. Unión de soldadura abierta en un BGA cerámico no-eutéctico.

cia, se probaron más de 100 placas fueron probadas en la producción en las instalaciones del fabricante. Hallándose seis circuitos abiertos en cuatro CBGAs sin ninguna llamada falsa.

Saber la posición de los defectos fue extremadamente útil para determinar la raíz del problema que provoca una unión abierta. La posibilidad de encontrar estas uniones abiertas en el proceso, también ha reducido el número de pruebas rea-

lizadas para la detección de problemas tras el test funcional.

Resumen

Los BGAs son cada vez más populares y a la vez está aumentando la complejidad de las placas y los componentes. Al mismo tiempo, la necesidad de asegurar la calidad es más importante y más desafiante que nunca. Las uniones de soldadura abiertas en los BGAs presentan un

problema común y difícil en el ensamblaje de PCBs. Aplicando el método "vecino-próximo" es un adelanto para detectar uniones de soldadura abiertas en BGAs fundibles y no fundibles utilizando inspección automática por rayos-x. Método que compensa las variaciones inevitables de diámetro producidas en el proceso de fabricación que no han podido ser tratadas hasta ahora. □