

Análisis Avanzado de Componentes Electrónicos y Conexiones Utilizando Tecnología Microfocus de Rayos X

Fred Shlieper

Nicolet Imaging Systems, GenRad, Inc. Company

Este artículo trata las necesidades de unas buenas prestaciones en sistemas de inspección con rayos X que conduzcan a pruebas repetibles y con un flujo rápido de la información requerida. Las necesidades de tener información avanzada de laboratorio, así como en la línea de producción, son tratadas con ejemplos y requerimientos de sistemas. También se van a tratar las necesidades de comunicación global de esta información, desde el diseño, a la implementación y a la producción en línea.

Las nuevas tecnologías avanzadas en encapsulados electrónicos y en ensamblado de componentes están suponiendo un reto creciente a los diseñadores y desarrolladores de estas tecnologías, para no mencionar las también crecientes necesidades de la producción día a día y del control de los procesos de inspección. Las nuevas técnicas de encapsulado han alcanzado nuevas dimensiones... más concretamente, los nuevos tipos de conexiones, los cuales no son visibles con las técnicas tradicionales de inspección óptica, han incrementado la demanda en los métodos de inspección con rayos X. La constante miniaturización de los ensamblajes y de los componentes está conduciendo a la necesidad de nuevas técnicas avanzadas que permitan grandes ampliaciones, conllevando pues a un replanteamiento de los sistemas de inspección con rayos X, los cuales han respondido tradicionalmente a este tipo de requerimiento.

De la placa radiográfica al Tiempo Real

La radiografía basada en placas fotográficas ha implicado grandes volúmenes de tareas de inspección con rayos X durante muchos años, pero con la llegada de la nueva generación de fuentes de rayos X Microfocus, con puntos focales por debajo de las 10-20 micras (algunos ac-

tualmente bajo las 3-4 micras), y la mejora de la radiografía en tiempo real de microelectrónica y ensamblados, esta radiografía clásica ha pasado ya a la historia. La base de estos aspectos tan prácticos de esta nueva generación reside en el hecho que se pueden conseguir características de imagen avanzadas en un paquete relativamente fácil de usar y de coste reducido. Las soluciones basadas en placas fotográficas requieren aún el tiempo de procesado y de presentación de los datos para su posterior análisis, mientras que los sistemas de rayos X en tiempo real proporcionan resultados inmediatos y pueden ser semi-automatizados o totalmente automatizados, en función de como lo requiera la situación. Otro avance ha estado la mejora en la tecnología de la conversión de rayos X o de detección, permitiendo así unas áreas de visión más amplias y con una resolución mucho más alta. La combinación de las mejores resoluciones de los detectores, con el aumento de las capacidades en el Microfocus de rayos X, permite ahora a los usuarios encontrar el tipo de información en una imagen que nunca había sido conseguido antes por un usuario común. Típicamente, los sistemas con esta resolución avanzada se encontraban solamente en laboratorios avanzados, pero ahora esta posibilidad se puede encontrar

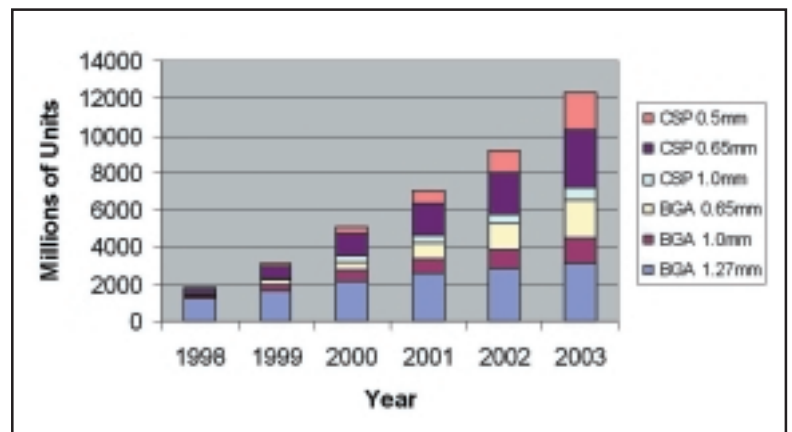
en cualquier planta de fabricación común, proporcionando la información necesaria para la ingeniería de proceso y de producción. Los usuarios de hoy en día pueden conseguir niveles de magnificación que superan los 200-400 aumentos, permitiendo una interpretación y un análisis fácil de los encapsulados avanzados de componentes.

Los retos del encapsulado avanzado de componentes electrónicos

Hasta hace poco tiempo, se consideraba que los sistemas de inspección con rayos X en tiempo real pertenecían a laboratorios especiales de diseños avanzados los cuales realizaban análisis de fallos con sistemas de visión automatizada. Pero con la llegada de las conexiones ocultas, como por ejemplo desde la BGA (Ball Grid Array), hasta las tecnologías más recientes como el Flip Chip y el Chip on Board (COB), la necesidad de analizar el proceso de fabricación de estas conexiones ocultas, en línea o manualmente fuera de línea en la planta de producción, se ha convertido en una obligación.

La industria electrónica de diseño de encapsulados está constantemente miniaturizando y minimizando los encapsulados obteniendo así

Figura 1



más número de conexiones por unidad de área... Esta tendencia continuará, según el estudio del IPC Technology Roadmap (figura 1), así pues con esta miniaturización la necesidad de la tecnología de rayos X Microfocus en tiempo real se hace más relevante para así proporcionar una «firma de imagen» de las diferentes conexiones, fácil de usar y de reconocer para una posterior interpretación humana o automática. Este es el reto. No solo la plataforma de inspección necesita examinar un simple plano bidimensional (2D), si no que la necesidad de un análisis tridimensional (3D) se revela necesario también, debido a la colocación en ambas caras de los componentes en las placas de circuitos.

Procesado de imagen bidimensional frente al tridimensional

La radiografía tradicional en dos dimensiones es largamente conocida en el mundo de la fotografía y es uno de los métodos tradicionales más usados en radiografía en tiempo real (RT). De todos modos, este método tradicional proporciona a veces solo una parte de la información necesaria para hacer las medidas necesarias adecuadamente y conseguir así un método preciso y repetible de determinación de aceptabilidad de ensamblados complejos y de componentes. El nuevo diseño de estos ensamblados complejos requiere una manipulación significativa del dispositivo para así conseguir una apariencia pseudo tridimensional, o incluso puede requerir la utilización de técnicas avanzadas en imagen 3D como por ejemplo la Tomosíntesis o la Laminografía. Con las imágenes estándares en dos dimensiones, o con las imágenes tradicionales de rayos X, se tienen que hacer medidas relativas en dos ejes en el plano de la imagen, así como en una tercera dimensión, que está basada en la densidad relativa del ma-

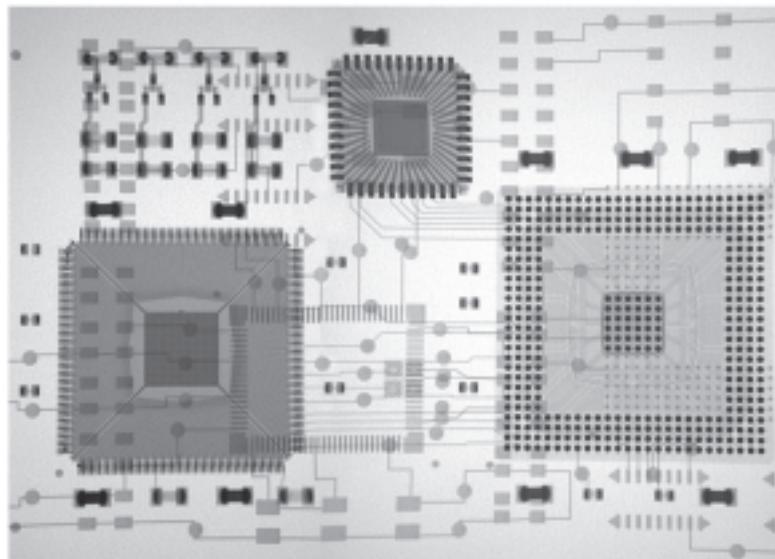


Figura 2

terial en que los rayos X han penetrado. Esto crea un conjunto de datos potencial en tres dimensiones que puede ser representado gráficamente y después ser presentado a un operador o a un ordenador para su posterior interpretación (figura 2).

El procesamiento de imagen en 2D en dispositivos complejos, o con componentes en las dos caras crea un problema nuevo en los detalles

del análisis ya que los componentes pueden ocultarse unos a otros y aparecer inseparables en una interpretación de imagen 2D. Las nuevas tecnologías avanzadas como la Tomosíntesis y la Laminografía pueden separar objetos que podrían dar lugar a confusión, permitiendo así al operador o al ordenador poder hacer un análisis o una medida más tradicional (figura 3). El aspecto importante

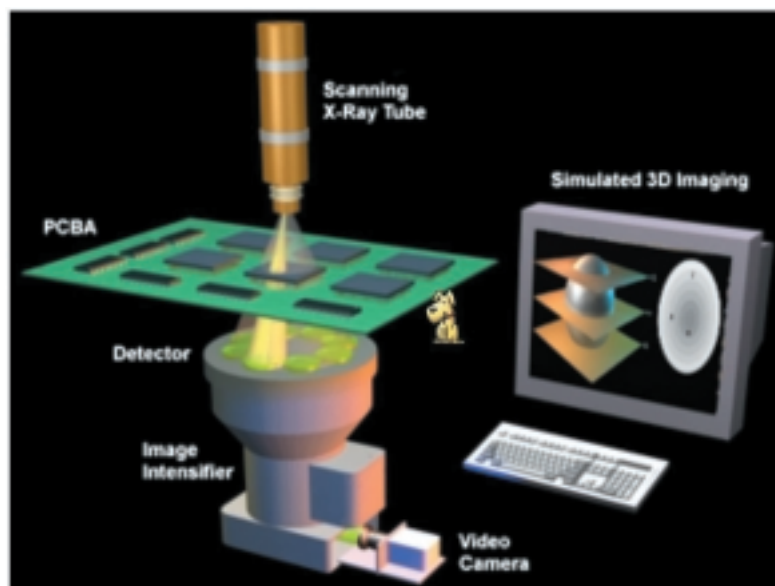


Figura 3

es proporcionar una imagen más rápida, más precisa y más repetible para su posterior análisis. Por lo tanto esto es muy dependiente de la herramienta de inspección que el usuario quiera utilizar para el análisis. Estos sistemas cuestan entre \$50.000, para los sistemas de rayos X en tiempo real 2D rudimentarios, hasta \$550.000 o incluso más que es lo que pueden costar los más complejos sistemas automáticos en 3D que utilizan Tomosíntesis o Lamino-grafía. Un amplio rango de posibilidades y de equipos de análisis mejorados está disponible actualmente en el mercado.

Sistemas automáticos en frente a los manuales

La elección entre un sistema automático de inspección en tiempo real o un sistema de inspección en tiempo real manual (interactivo con un operador humano) puede ser siempre una de las decisiones más difíciles de tomar. Las posibilidades son numerosas, pero existen unos factores clave que hacen que esta decisión, a lo mejor, sea más fácil. Alguno de estos factores clave puede ser:

- 1) las cuestiones de dependencia del posible operador,
- 2) el tiempo de programación,
- 3) los resultados deseados, como por ejemplo si se desea un informe detallado con datos de las diferentes áreas o un simple test que diga si el examen del componente es válido o no,
- 4) los informes y control deseados,
- 5) la velocidad de configuración y resultados
- 6) la flexibilidad al cambiar de producto ...

Todos estos factores son simplemente una lista descriptiva, pero pueden dar una idea global del reto que supone decidir lo que es correcto para una aplicación particular.

Cuanto más automático sea el sistema de análisis, tendremos más control y más detalle en los informes de los resultados, pero a cambio de más programación y de un coste inicial mucho más elevado. Cuanto más manual sea el sistema, más dependiente del operador será la inspección, a no ser que se incorpore algún nivel de análisis o control semi automático que resulte disponible en ciertos sistemas que se ofrecen hoy en día en el mercado. Estos sistemas ayudan a minimizar la varianza de operador a operador y proporcionan un nivel más alto en el control de inspección. Pero otra vez, esto implica un coste inicial más alto y requiere un cierto nivel de interacción en la gestión para poder establecer el criterio de la inspección.

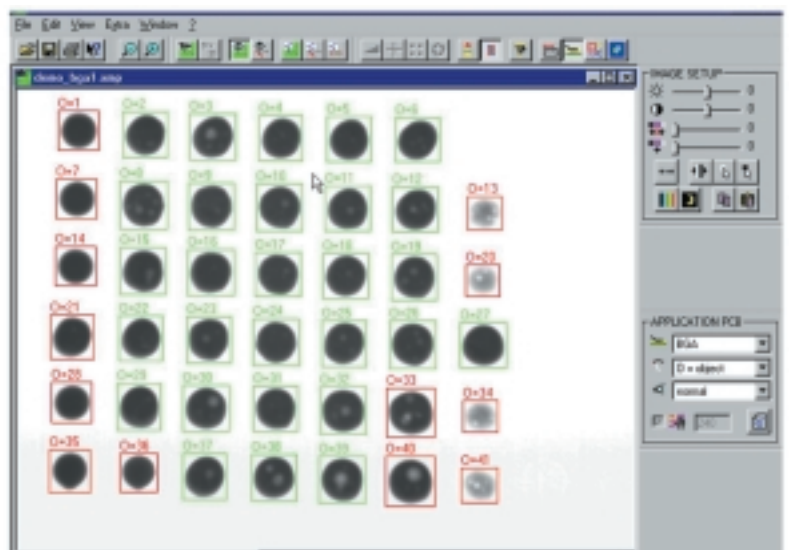
Herramientas de medida de componentes y de soldaduras

El objetivo de los sistemas de inspección en tiempo real, ya sea en un sistema en 2D o en uno en 3D, es conseguir la habilidad del análisis de imagen que permite medir y ayudarnos a determinar ciertos fac-

tores que necesitamos evaluar. Los sistemas de inspección automatizados utilizan medidas discretas que posteriormente son tratadas por algoritmos que proporcionan una determinación de bueno o malo. La exacta «bondad» o la razón por la cual un test resulte «malo» puede ser mostrada por un software específico de análisis y revisión. Adicionalmente, los datos pueden ser mostrados juntamente con las imágenes de rayos X que se han usado para determinar las medidas, en tiempo real, permitiendo así la verificación y la monitorización del proceso para poder proporcionar un retorno de información necesario y poder realizar si se desea un ajuste «en directo» de los controles.

En los sistemas de inspección manual, donde hay un operador directo que controla o interacciona con el proceso, existe una amplia gama de herramientas disponibles que ayudan a analizar las imágenes obtenidas en el test. También se pueden encontrar un conjunto de sistemas que pueden ejecutar rutinas de macro inspección para así minimizar las variables del operador, asegurando así una tarea más estable y repetitiva con un nivel de resul-

Figura 4



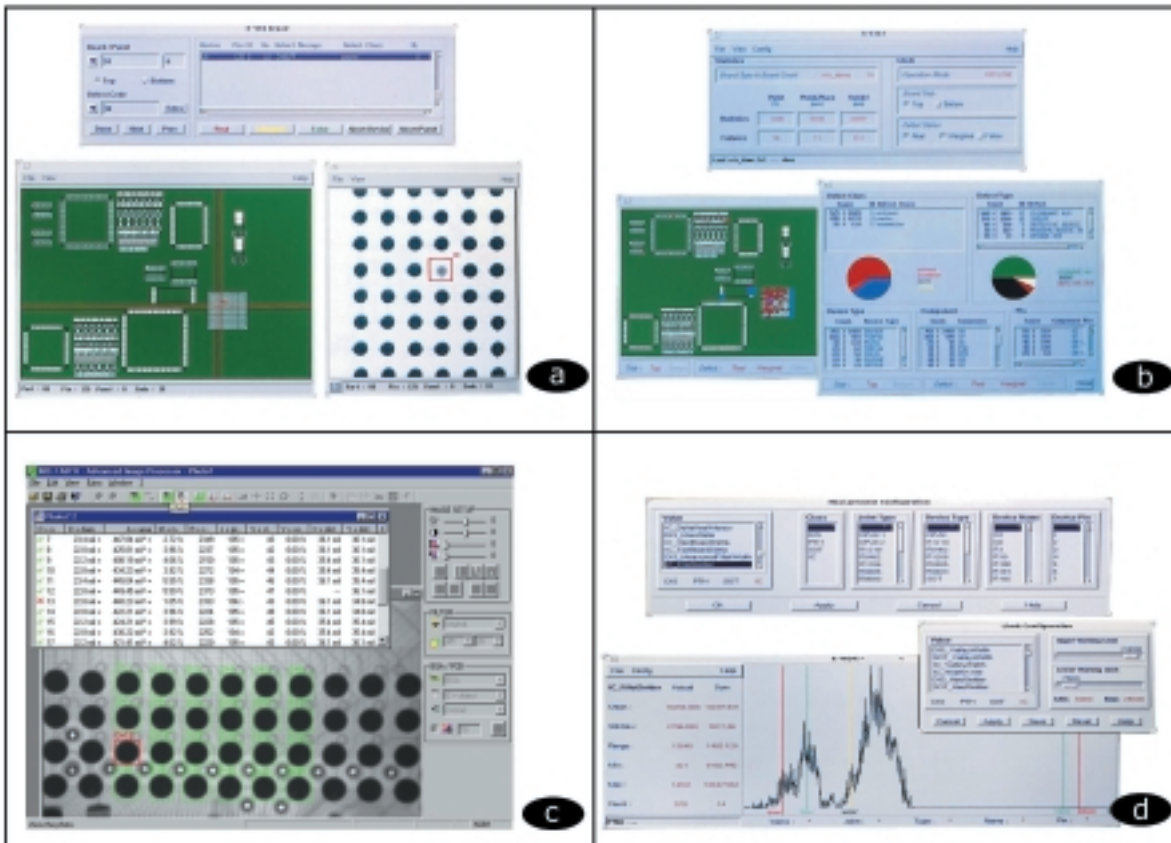


Figura 5

tados de inspección más alto y controlado. Las máquinas que se han estado ofreciendo últimamente son cada vez más semi-automatizadas y, aunque no proporcionan la velocidad y la consistencia en control de las unidades totalmente automatizadas, están produciendo datos verificables y cuantificables que resultan ser muy útiles en las líneas de producción y para los gestores del control del proceso (ver figura 4). Debido a los avances en los ordenadores personales y en el mundo del software en los pasados años, los datos provenientes de los sistemas manuales o automáticos han sido cada vez más «intercambiables» en el mundo... capaces de ser enviados a cualquier parte del mundo de planta a planta para poderlos correlar y visualizar.

Presentación de los datos obtenidos y verificación de la inspección del proceso (ver figura 5a, b, c y d)

Una vez se ha realizado la inspección, nace la necesidad de mostrar los datos obtenidos en un formato útil. Los sistemas de hoy en día tienen una amplia variedad de formatos de muestra de datos, pero normalmente emplean software de control de procesos estadísticos (SPC) para tareas de compilación e interpretación. Otra vez, la diferencia entre un sistema de inspección automático y uno de manual puede ser bastante importante respecto a la cantidad, la velocidad y el análisis de datos. Algunos sistemas en el campo de los automáticos pueden pro-

porcionar una mejora en los beneficios y una minimización de fallos en procesos de control en tiempo real, incluyendo un retorno de datos en tiempo real para realizar ajustes en la fabricación de la maquinaria.

Conclusión

El uso de componentes y ensamblados electrónicos cada vez más pequeños y cada vez más complejos está creando un auténtico reto en los sistemas de inspección en tiempo real con rayos X de hoy en día. La tecnología de rayos X Microfocus está proporcionando la resolución necesaria, ya al alcanzar los sistemas actuales sus límites físicos, estas nuevas plataformas de procesamiento de imagen avanzado, que aprovechan las ventajas de los aumentos de la

tecnología de Microfocus, van a ser más utilizadas en el futuro más próximo. □

Referencias

1. A. Verma, "Automated Process Control", Circuits Assembly, Abril 1996.
2. J. Lau, editor, "BGA technology", Capitulo 15, 1995.
3. S. Fauser et al, " High Pin Count PBGA Assembly: Solder Defect Failure Modes and Root Cause Analysis, Compaq Computer Co., Proceedings, SMI Conference 1994
4. D., McClure, "Putting x-rays to the Test" 1997 incluyendo todos los gráficos
5. IC Technology Roadmap 29000 – Preliminares Febrero 2000
6. Fred Shlieper, "Untegration of X-ray Inspection and Rework Improves SMT Yields"
7. Vardaman, E. Jan, "Semiconductor Packaging and Assembly Oytlook for 1998", Circuits Assembly, Mayo 1998.
8. Halk, David R. "A review of the Advanced Packaging Technologies", SMY Magazine, Marzo 1998.
9. Market Trends, "BGA Update", SMT, Mazo 1998.