

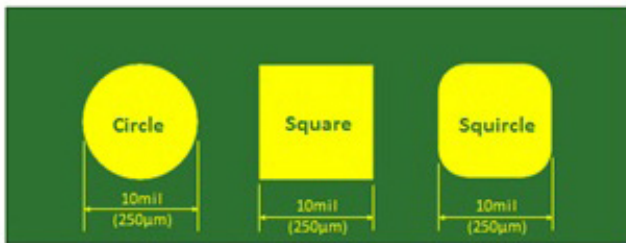
## Encuadrando el círculo

### ¿Qué es lo que quiere decir “Squircle” y qué está haciendo en mi esténcil?

Publicado en CIRCUITS ASSEMBLY

El término “squircle” es un acrónimo, o mezcla de las palabras en inglés cuadrado (square) y círculo (circle). Es una palabra real, y se conoce también como superelipse para los supernerds. Era solo una broma, pero además de tener un nombre chistoso, el “squircle” es una herramienta eficaz para maximizar la liberación de pasta de soldadura y el volumen general de depósito.

Un squircle (**FIGURA 1**) es un cuadrado con esquinas redondeadas que cuando se incorpora a los diseños de apertura de la tablilla para arreglos de áreas pequeñas, proporciona una mejor calidad de impresión que un cuadrado o un círculo. Aporta lo mejor de ambos mundos a una parte extremadamente desafiante del proceso de impresión.



**FIGURA 1.** Formas de apertura probadas para eficiencia de transferencia, variación y volumen de depósito

En recientes y extensas pruebas de impresión en el laboratorio de aplicaciones de AIM en Juárez, México, en una prueba de impresión que contenía diferentes formas de apertura que incluían cuadrados, círculos y squircles, pudimos presentar un caso sólido a favor del squircle como una solución a muchos desafíos de impresión. Al comparar las aberturas de la misma dimensión principal (diámetro o longitud lateral) y relación de área, pudimos comparar directamente las eficiencias de transferencia, los volúmenes de depósito reales y la repetibilidad de volumen de las tres formas.

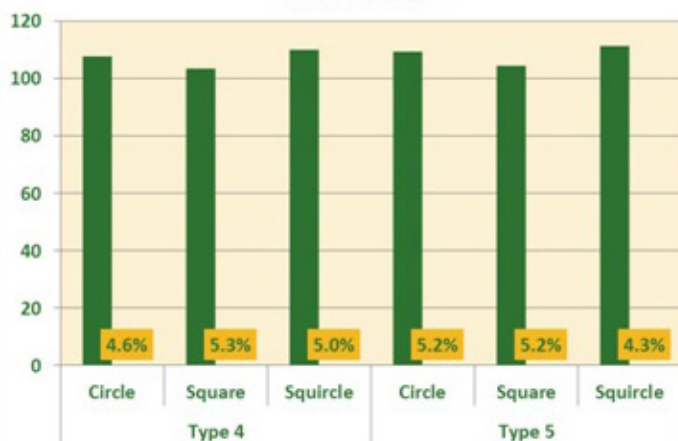
Los expertos en diseño para manufactura afirman que el squircle es el diseño de apertura optimizado para características finas. Está es la razón:

**Cuadrado.** Un cuadrado tiene el beneficio inherente de maximizar el área de una apertura. (Es por eso que las hamburguesas de la empresa White Castle son cuadradas: no hay espacio desperdiciado en la plancha). Sin embargo, al imprimir pasta de soldadura, las partículas tienden a aglomerarse en las esquinas afiladas de las aberturas, lo que da como resultado una mayor variación de un depósito a otro. También es probable que esta variación aumente con el tiempo, si disminuye la eficacia de la limpieza en la tablilla y aumenta la acumulación de pasta. Los cuadrados tienen inherentemente volúmenes más altos que los círculos por la misma razón de sus dimensiones principales, por lo que, por supuesto, depositarán más pasta, pero si esas esquinas que agarran la pasta se solapan con los bordes de la almohadilla, también crean problemas de junta que pueden generar una gran variación.

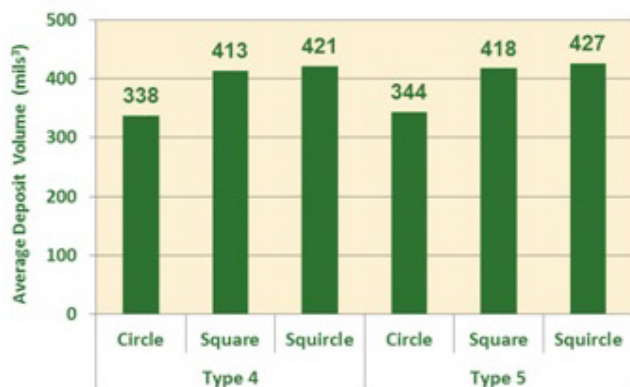
**Círculo.** Los círculos no tienen esquinas que se solapan ni zonas muertas de pasta, lo que elimina los dos problemas principales asociados con los cuadrados. Pero debido a su área de apertura más baja, imprimen inherentemente menos pasta de soldadura. Además, los círculos tienen la misma tensión superficial en todo el diámetro de la apertura. Durante la separación, esto puede aumentar la cantidad de pasta de soldadura que permanece en la apertura. Imagina una pompa de jabón sobre una superficie plana; la tensión superficial igual lo mantiene estable. Esta misma característica impide que la pasta salga por la apertura circular. Un cuadrado, sin embargo, ejerce fuerzas desiguales que facilitan la liberación.

**Squircles.** El squircle combina el beneficio volumétrico de un cuadrado sin la acumulación de pasta o el solapamiento más grande o de esquinas afiladas que el círculo aporta al proceso. La **FIGURA 2** muestra las eficiencias de transferencia medidas y los coeficientes de variación calculados de cada tipo de apertura. Observe que la eficiencia de transferencia

es ligeramente más baja en el cuadrado que en el círculo, pero solo en unos pocos puntos porcentuales. El cuadrado también tiene una variación ligeramente mayor en la pasta de tipo 4, y es equivalente a los datos de la pasta de tipo 5. El squircle tiene constantemente la tasa de transferencia más alta y una variación comparable o menor que los cuadrados o círculos.



**FIGURA 2.** Transferencia de eficiencia y coeficiente de variación para diferentes geometrías de apertura con relaciones de área de 0.63



**FIGURA 3.** Volúmenes de depósito para diferentes geometrías de apertura

La **FIGURA 3** muestra los volúmenes promedio depositados por cada forma de apertura. Ten en cuenta que, aunque el cuadrado mostró una menor eficiencia de transferencia, su área más grande resultó en volúmenes más altos que el círculo. Pero el squircle mostró depósitos de volumen más altos en comparación con las demás aperturas. En todos los casos, la pasta tipo 5 produjo consistentemente

volúmenes marginalmente más altos, pero no lo suficiente como para justificar una transición a ella en un entorno de producción donde surgirían problemas de costo, almacenamiento por separado y reflujo. Las diferencias en los volúmenes, aunque tienen una tendencia constante, no son significativas para este tamaño de apertura, que, en este caso, fue para un BGA de 0.4 mm, el componente más pequeño en nuestra tablilla de prueba. También es razonable esperar mejoras de rendimiento similares en proporciones de áreas más pequeñas.

Considera que las tasas de transferencia son muy altas y las tasas de variación muy bajas en comparación con los resultados típicos de pruebas de impresión similares. Estas pruebas de impresión se llevaron a cabo en un entorno ideal, utilizando una tablilla nano-revestida de polímero. Es razonable esperar tendencias similares en entornos de producción, pero probablemente con tasas de transferencia más bajas y tasas de variación más altas. También es razonable utilizar nanorrevestimientos en tablillas con relación de áreas reducidas debido a las mejoras de calidad (documentadas con frecuencia) que proporcionan.

Los datos recopilados, pero no mostrados aquí, también indican que el squircle es más resistente contra los efectos de envejecimiento por encontrarse a temperatura ambiente y tiempos de pausa prolongados (>60min.) entre impresiones.

PAD SIZE (MIL)	AREA RATIO	AP VOL CIRCLE	AP VOL SQUARE
6	0.38	113	144
7	0.44	154	196
8	0.5	201	256
9	0.56	254	324
10	0.63	314	400
11	0.69	380	484
12	0.75	452	576
13	0.81	531	676
14	0.88	616	784
15	0.94	707	900
0.4mm BGA	0.63		383
0.5mm BGA	0.73	(sq. with rnd. corners)	531

**TABLA 1.** Viscosidades típicas de fluidos en entornos ambientales

**Squircle:** la apertura híbrida con un nombre chistoso que mejora la calidad de impresión con funciones finas. ¡Dale una oportunidad!

Publicado 29 January 2016