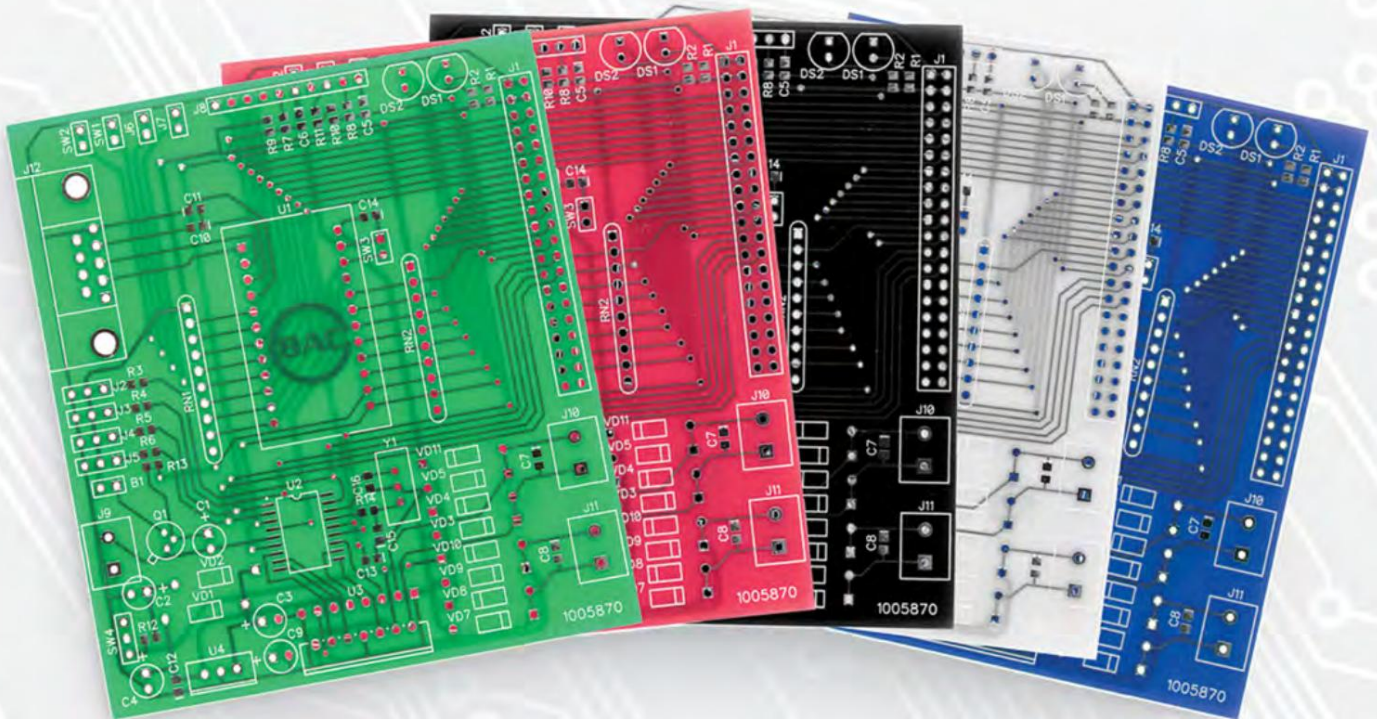


Introduction to Printed Circuit Board Design



Bay Area
CIRCUITS

Silicon Valley, USA

về sự hướng dẫn này

Hướng dẫn này dành cho các kỹ sư điện quan tâm đến phần giới thiệu về thiết kế bảng mạch in. Nó đã được viết để cung cấp một cái nhìn tổng quan về quá trình thiết kế và mô tả các cân nhắc khác nhau và thực hành tốt nhất liên quan đến thiết kế bảng mạch in. Mục đích của hướng dẫn này không phải là cung cấp hướng dẫn từng bước về thiết kế bảng mạch in, mà là cung cấp cho những người có nền tảng cơ bản về thiết kế với một số khuyến nghị cụ thể để đảm bảo đạt được kết quả mong muốn. Đối với những người mới học thiết kế bảng mạch in, trước tiên họ nên tìm kiếm các tài nguyên đào tạo dành riêng cho ứng dụng phần mềm thiết kế mà họ định sử dụng. Thông tin trong hướng dẫn này là bất khả tri ứng dụng phần mềm và hữu ích cho các kỹ sư có chuyên môn thiết kế cơ bản.

Phiên bản mới nhất của hướng dẫn này sẽ luôn có sẵn để tải xuống từ bayareacircuits.com

Vui lòng cung cấp phản hồi và yêu cầu thay đổi đối với tài liệu này qua email tới support@bacircuits.com

Thông báo về Bản quyền và Phiên bản

© Bản quyền 2016 Bay Area Circuits, Inc. Mọi quyền được bảo lưu.

Tất cả các nhãn hiệu hoặc nhãn hiệu đã đăng ký được đề cập ở đây là tài sản của chủ sở hữu tương ứng.

Bay Area Circuits, Inc
44358 Old Warm Springs Blvd
Fremont, CA 94538

Sản xuất tại Hoa Kỳ

Tài liệu này cũng như bất kỳ phần nào của tài liệu này không được sao chép hoặc tái sản xuất dưới bất kỳ hình thức nào hoặc bằng bất kỳ phương tiện nào hoặc dịch sang ngôn ngữ khác mà không có sự đồng ý của Bay Area Circuits, Inc. (BAC). BAC không bảo đảm hoặc tuyên bố đối với nội dung của tài liệu này và từ chối đặc biệt bất kỳ bảo đảm ngụ ý nào về khả năng bán được hoặc tính phù hợp cho bất kỳ mục đích cụ thể nào. BAC không chịu trách nhiệm về bất kỳ sai sót nào có thể xuất hiện trong tài liệu này. BAC có quyền thực hiện bất kỳ thay đổi nào như vậy mà không có nghĩa vụ thông báo cho bất kỳ người nào về việc sửa đổi hoặc thay đổi đó. BAC không cam kết cập nhật thông tin có trong tài liệu này.

Thông báo về Phiên bản:

2016 Đây là phiên bản 1.1 của tài liệu này.

Bay Area Circuits, logo Bay Area Circuits và bayareacircuits.com là nhãn hiệu hoặc nhãn hiệu đã đăng ký của Bay Area Circuits, Inc.

Tuyên bố từ chối trách nhiệm và Thông báo Độc biệt

Thông tin này có thể bao gồm lỗi kỹ thuật hoặc lỗi đánh máy. Các thay đổi được thực hiện định kỳ đối với thông tin ở đây; những thay đổi này sẽ được đưa vào các ấn bản mới của ấn phẩm bất kỳ lúc nào mà không cần thông báo.

Thông tin liên quan đến các sản phẩm không phải BAC được lấy từ các nhà cung cấp các sản phẩm đó, các thông báo đã xuất bản của họ hoặc các nguồn công khai khác. BAC đã không thử nghiệm các sản phẩm đó và không thể xác nhận tính chính xác của hiệu suất, khả năng tương thích hoặc bất kỳ tuyên bố nào khác liên quan đến các sản phẩm không phải của BAC. Các câu hỏi về khả năng của các sản phẩm không phải BAC nên được giải đáp cho các nhà cung cấp các sản phẩm đó.

Nội dung

Giới thiệu	1	Nối đất	20
Trước máy tính	1	Bỏ qua tụ điện	21
Phần mềm bố trí PCB	2	Kỹ thuật thiết kế tần số cao	21
Tiêu chuẩn	3	Định tuyến tự động	22
Sơ đồ	3	Vị trí tự động	23
Làm việc thông qua hội đồng quản trị, từ trên xuống	3	Khử trùng	23
Dấu vết và Dấu cách	4	Dấu Fiducial	24
Imperial và Metric	4	Dải dụng cụ	24
Tính toán cho hiện tại	5	Giảm nhiệt	25
Miếng đệm	5	Hàn	25
Vias	6	Sản xuất PCB cơ bản	26
Tô đa giác	6	Hoàn thiện bề mặt	27
Clearances	7	Kiểm tra điện	27
Làm việc với lưới	7	Ngày UL và Đánh dấu mã lồng	27
Vị trí & Thiết kế Thành phần	8	Gửi thiết kế của bạn	28
Định tuyến tay	11	Thiết kế tốc độ cao	29
Làm sạch thiết kế	12	Bản tóm tắt	30
Bố cục một mặt	12		
Bố cục hai mặt	13		
Silkscreen	13		
Mặt nạ Hàn	14		
Lớp chế tạo cơ khí	15		
Tránh xa khu vực	15		
Căn chỉnh lớp	15		
Đường dây	15		
Màn hình tổ chuột	16		
Kiểm tra quy tắc thiết kế	17		
Chú thích chuyển tiếp và quay lại	17		
Bố cục nhiều lớp	18		
Điện và Máy bay Mặt đất	19		

Giới thiệu

Điều gì sẽ xảy ra khi thiết kế khái niệm ban đầu của Bảng mạch in (PCB) đã hoàn thành và đã đến lúc thiết kế xong và sản xuất PCB? Nhiều nhà thiết kế sẽ tự mình bố trí trong khi những người khác sẽ có một nhà thiết kế xử lý dữ liệu bố trí và chế tạo PCB (Gerber). Nhiều công ty có bộ phận thiết kế PCB chuyên dụng của riêng họ để rút ngắn thời gian học thực hành thiết kế của họ. Cần phải có một lượng kiến thức sâu rộng để định vị chính xác hàng trăm thành phần và hàng nghìn dấu vết vào một thiết kế đáp ứng toàn bộ các yêu cầu về vật lý và điện. Trong một số thiết kế cấp cao hơn với tốc độ cao và khả năng RF, thiết kế rất quan trọng và sẽ xác định xem khía cạnh điện tử của mạch có hoạt động hay không. Các thiết kế phải tính đến việc mạch in có điện trở, điện cảm và điện dung. Ngoài ra, các dấu vết và điện môi sẽ ảnh hưởng đến thời gian tăng tín hiệu và trở kháng, hạn chế tần số trên.

Hướng dẫn thiết kế bảng mạch in giới thiệu này nhằm mục đích loại bỏ một số bí ẩn đằng sau thiết kế PCB, cho phép bạn thiết kế bảng mạch in chất lượng cao hơn, tuổi thọ cao hơn. Hướng dẫn này cũng sẽ cung cấp lời khuyên dựa trên kinh nghiệm và các phương pháp hay nhất về cách thiết kế và bố trí PCB của bạn theo cách chuyên nghiệp. Có rất nhiều quy tắc cơ bản và thực hành âm thanh để tuân theo, nhưng cũng có rất nhiều điều để học. Bắt đầu nào!

Trước máy tính

Quay trở lại thời kỳ tiền máy tính, PCB được thiết kế và chế tạo bằng tay sử dụng màng Litho Red Rubylith và một con dao xoay. Hoa văn được vẽ bằng tay và bóc ra và bộ phim vẫn ở nơi bạn muốn có dấu vết đồng. Màng dính màu đỏ được sử dụng để làm màn lụa và các dấu vết được soi trên một mẫu dương bản trước khi chúng được khắc trong một bể clorua sắt. Sau đó, quá trình này đã phát triển để sử dụng băng và miếng đệm Bradley tự dính trên màng Mylar trong. Các chuyên gia thiết kế bố trí đã dành rất nhiều giờ để cắt hộp đèn, đặt và định tuyến lại các tuyến đường bằng tay. Ngược lại, ngày nay các máy tính rất có khả năng với phần mềm tuyệt vời được sử dụng để bố trí, quản lý và làm hầu hết mọi thứ cần thiết để

thiết kế một PCB.

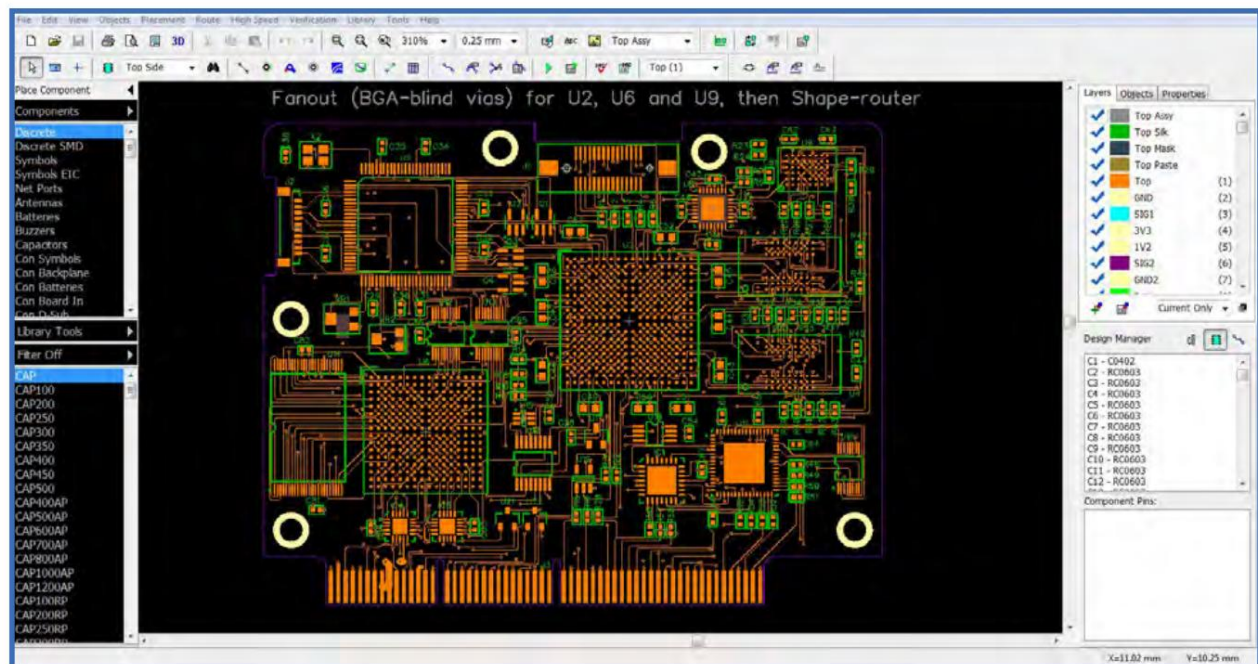
Phần mềm bố trí PCB

Ngày nay có rất nhiều ứng dụng phần mềm thiết kế PCB với nhiều mức giá khác nhau; phần mềm miễn phí cho các gói dựa trên nhiều máy chủ. Các chuyên gia thường sử dụng các gói dựa trên Windows đắt tiền như Cadence trong khi những người có sở thích thường sử dụng các ứng dụng Linux / MAC / Windows phần mềm miễn phí như Eagle PCB của CadSoft hoặc DipTrace của Novarm.

Hướng dẫn này sẽ không đại diện cho bất kỳ gói thiết kế PCB đơn lẻ nào và thông tin được cung cấp sẽ phổ biến bất kể ứng dụng thiết kế nào. Tuy nhiên, có một lợi ích lớn khi sử dụng một ứng dụng bao gồm khả năng chụp giản đồ và định tuyến tự động.

Kiểm tra nó ra!

Bay Area Circuits cung cấp một ứng dụng thiết kế PCB miễn phí được gọi là PCB Creator cho phép thiết kế bo mạch 2 và 4 lớp với 1000 chân hoặc ít hơn. PCB Creator cũng cung cấp tùy chọn nâng cấp lên bản quyền đầy đủ của DipTrace với các lớp và chân cắm không giới hạn. Thông tin thêm có thể được tìm thấy tại: pcbcreator.com



Các chuyên gia thường sử dụng các gói dựa trên Windows đắt tiền như Cadence trong khi những người có sở thích thường sử dụng phần mềm miễn phí Linux / Các ứng dụng MAC / Windows như Eagle PCB của CadSoft hoặc DipTrace của Novarm.

Tiêu chuẩn

IPC (www.ipc.org) là tổ chức thương mại toàn cầu đại diện cho tất cả các khía cạnh của ngành bao gồm thiết kế, sản xuất bảng in, lắp ráp và kiểm tra thiết bị điện tử. Tiêu chuẩn IPC chính bao gồm thiết kế PCB là IPC-2221, "Tiêu chuẩn chung về thiết kế bảng in". IPC cũng cung cấp các tiêu chuẩn cho các nhà sản xuất cung cấp các thông số kỹ thuật về hiệu suất và khả năng chấp nhận bao gồm IPC-6011, "Thông số kỹ thuật hiệu suất chung cho PCB", IPC-6012, "Đặc điểm kỹ thuật và chất lượng cho bảng in cứng" và IPC-A-600H, "Khả năng chấp nhận của Bo mạch in". Các tiêu chuẩn này hữu ích cho bất kỳ ai tham gia vào thiết kế, sản xuất hoặc lắp ráp PCB.

Sơ đồ

Đảm bảo rằng các sơ đồ là chính xác và được ghi chép đầy đủ với nhiều thông tin nhất có thể được bao gồm về thiết kế. Sơ đồ phải gọn gàng, logic và được tổ chức rõ ràng theo khu vực. Thực hành vẽ tiêu chuẩn là có tín hiệu trực tiếp từ đầu vào ở bên trái đến đầu ra ở bên phải. Đánh dấu bất kỳ phần quan trọng về điện. Càng nhiều càng tốt, hãy sắp xếp các biểu tượng sơ đồ theo cùng một bố cục mà các thành phần PCB cuối cùng sẽ sử dụng. Thêm các ghi chú hữu ích trên sơ đồ chẳng hạn như vẽ các tụ điện bỏ qua bên cạnh thành phần mà chúng được sử dụng, ghi chú đặc biệt cho các thành phần quan trọng và yêu cầu về khoảng cách sẽ giúp bạn hoặc một nhà thiết kế PCB khác đảm bảo các phần quan trọng của dự án được bao phủ. Ví dụ: "Chốt này yêu cầu miếng giảm nhiệt đối với mặt đất nguồn điện". Những ghi chú này xác định các lĩnh vực cần quan tâm, cả về cơ và điện, đối với bạn hoặc nhà thiết kế về những biện pháp phòng ngừa phải được kết hợp. Nhớ xem lại thiết kế. Đôi mắt hiểu biết thứ hai cũng giúp phát hiện ra những sai lầm dễ phát hiện.

Làm việc thông qua hội đồng quản trị, từ trên xuống

Thiết kế PCB luôn được thực hiện nhìn từ trên xuống qua các lớp khác nhau của bảng, như thể chúng trong suốt. Bạn sẽ đọc văn bản ở các lớp dưới cùng như một hình ảnh phản chiếu.

Dấu vết và Dấu cách

Có một phương pháp từng bước để xác định kích thước dấu vết và không gian. Nó bắt đầu với việc xác định dấu vết hiện tại sẽ mang theo. Nếu đó là một dấu vết tín hiệu thì hãy bắt đầu với mức tối thiểu mà bạn và nhà sản xuất PCB của bạn cảm thấy thoải mái. Khi lắp đặt nguồn điện hoặc mặt bằng, hãy lưu ý về những dấu vết chiều rộng nào là cần thiết trước khi đặt đường ray. Khi theo dõi nguồn điện đang chạy, bạn nên thêm biên độ hai lần cho quá dòng nếu dung lượng còn trống. Hãy nhớ rằng, dấu vết càng mịn thì chi phí càng cao do năng suất sản xuất thấp hơn từ nhà sản xuất PCB.

Tiếp theo, trở kháng cần thiết sẽ ảnh hưởng đến độ rộng vết được chọn. Bằng cách xác định hằng số điện môi và trở kháng cần thiết, độ rộng vết có thể được tính toán. Tiếp theo xác định không gian có sẵn và định tuyến các dấu vết giữa các miếng lót chip. Luôn luôn khôn ngoan là làm cho các dấu vết càng rộng càng tốt để tăng thêm độ tin cậy cho bảng mạch. Thông thường các thiết kế có một vài chiều rộng vết khác nhau; một số dấu vết lớn hơn cho dòng điện, một số dấu vết nhỏ hơn cho các đầu ra dẫn định tuyến. Giới hạn dưới của chiều rộng vết sẽ phụ thuộc vào độ phân giải "dấu vết / không gian" mà nhà sản xuất PCB của bạn có khả năng chế tạo. Ví dụ, một nhà sản xuất có thể trích dẫn một con số 3/3 dấu vết / không gian có nghĩa là dấu vết có thể rộng không dưới 3 mils và khoảng cách giữa các vết hoặc miếng đệm, hoặc bất kỳ phần nào của đồng, không thể gần hơn 3 mils đến một phần đồng khác. Các nhà sản xuất có thể có khả năng đạt được một dấu vết / khoảng cách nhất định nhưng hãy cẩn thận để không "vượt quá giới hạn" với thiết kế. Để có độ tin cậy cao hơn, hãy sử dụng dấu vết / khoảng cách càng lớn càng tốt cho đến khi các thông số thiết kế điện hoặc vật lý yêu cầu một cái gì đó nhỏ hơn.

Việc thay đổi một dấu vết từ lớn sang nhỏ trong khi di chuyển giữa các miếng lót chip và sau đó quay lại chiều rộng lớn hơn một lần nữa được gọi là "cổ" hoặc "cổ xuống". Điều này cho phép các rãnh trở kháng thấp rộng hơn, nhưng vẫn duy trì khả năng tản nhiệt giữa các điểm hẹp. Tuy nhiên, không làm giảm dấu vết dưới các giới hạn thiết kế của nhà sản xuất PCB.

Imperial và Metric

Thế giới mạch in hoạt động trong cả hệ thống Hệ mét và đơn vị đo lường Hoàng gia / Hoa Kỳ (ví dụ: inch). Theo thời gian, inch ít được sử dụng hơn và việc sử dụng hệ thống mét ngày càng tăng. Một biểu đồ chuyển đổi đơn giản bên cạnh trạm thiết kế của bạn có thể tạo ra một nguồn tài nguyên tuyệt vời. Điều quan trọng là không nhầm thứ nguyên inch với kích thước hệ mét. Một "mil" PCB bằng 0,001 inch hoặc 24,5 micron. Trọng lượng đồng cũng được biểu thị bằng micrômet; ví dụ, 1 oz tương đương với 1,39 mils hoặc 35 micron. "Mil" còn được gọi là "ngươi" sau một nghìn.

một inch. Gây nhầm lẫn? Có, nhưng bạn sẽ nhanh chóng trở nên song ngữ. Nhiều nhà thiết kế đã chuyển sang hệ mét để tương thích với các yêu cầu của nhà sản xuất PCB ở châu Âu và nước ngoài đối với các phép đo hệ mét. Đảm bảo rằng bất kỳ bản vẽ chế tạo nào cũng nêu rõ hệ thống đo lường nào đã được sử dụng.

Tính toán cho hiện tại

Trong thực tế, chiều rộng vết trên sẽ được quy định bởi dòng điện chạy qua nó kết hợp với độ tăng nhiệt tối đa của vết mà nhà thiết kế mong muốn. Mỗi dấu vết sẽ có một điện trở có thể tính toán trên mỗi inch. Điện trở này sẽ tạo ra nhiệt khi dòng điện được dẫn. Dấu vết sẽ tiêu tán nhiệt này dựa trên diện tích bề mặt, luồng không khí và độ dày mặt nạ hàn. Vết càng rộng hoặc dày thì điện trở càng thấp, nhiệt sinh ra càng ít và cần loại bỏ nhiệt càng ít. Hãy nhớ rằng sự gia tăng nhiệt độ dọc theo vết không phải là tuyến tính, mà đạt cực đại ở trung tâm của một vết dài do hiệu ứng kê. Các miếng đệm sẽ mát hơn so với dấu vết vì các miếng đệm có tản nhiệt lớn hơn.

Độ dày của đồng trên PCB trên danh nghĩa được quy định bằng ounce trên foot vuông, với đồng ½oz và 1oz là phổ biến nhất. Đồng dày hơn (thường lên đến 6 oz) có thể được sử dụng cho các thiết kế dòng điện cao, độ tin cậy cao. Các tính toán để xác định chiều rộng đường ray cần thiết dựa trên dòng điện và mức tăng nhiệt độ tối đa có sẵn trong nhiều biểu đồ. Bạn có thể tìm thấy một chương trình máy tính độ rộng đường đua tốt cung cấp kết quả dựa trên đồ thị dữ liệu IPC tại : osystemitcalculator.com/wordpress/2006/01/31/pcb-trace-width-calculator/

Theo nguyên tắc chung, giới hạn trên của mức tăng nhiệt độ 20 ° C trong đường đua là giới hạn an toàn để thiết kế xung quanh. Mức tăng 10 ° C so với môi trường xung quanh là rất thận trọng.

Kiểm tra nó ra!

Để biết thêm thông tin về chủ đề này, hãy xem bài đăng trên blog này từ Bay Area Circuits, có tiêu đề "Cân nhắc thiết kế với đồng nặng". Nhấp vào đây: bayareacircuits.com/design-considerations-with-heavy-copper/

Miếng đệm

Kích thước, hình dạng và kích thước tấm lót sẽ không chỉ phụ thuộc vào các thành phần được sử dụng, mà còn cả quá trình sản xuất được sử dụng để lắp ráp bo mạch. Ứng dụng thiết kế PCB đã chọn của bạn phải đi kèm với một bộ thư viện thành phần sẽ xác định tất cả các gói chip và thành phần.

Tỷ lệ miếng đệm / lỗ sẽ ảnh hưởng đến thiết kế bằng cách xác định độ lớn của miếng đệm và lỗ xuyên qua sẽ nhỏ như thế nào; đây là tỷ lệ giữa kích thước miếng đệm với kích thước lỗ. Mỗi nhà sản xuất sẽ có trang thông số kỹ thuật tối thiểu của riêng họ, hoặc các quy tắc thiết kế, để xác định những gì họ có thể sản xuất. Các miếng đệm cho các thành phần được dẫn như điện trở, tụ điện và điốt phải tròn, với đường kính khoảng 70 mil là phổ biến để phù hợp với kích thước lỗ 35 mil cần thiết. Các thành phần Dual In Line (DIL) như mạch tích hợp (IC) phù hợp hơn với các miếng đệm hình bầu dục, thường cao 60 mils, rộng 90-100 mils. Chân 1 của chip phải luôn có hình chữ nhật làm điểm đánh dấu và có cùng kích thước với các chân khác. Hầu hết các thành phần gắn kết bề mặt sử dụng các tấm đệm hình chữ nhật, mặc dù một số IC gói và loại hàn có đường viền nhỏ gắn bề mặt yêu cầu các tấm đệm hình bầu dục với chân 1 là hình chữ nhật.

Vias

Vias kết nối các dấu vết từ mặt này sang mặt khác bằng một lỗ trên bảng.

Vias được làm với các lỗ mạ điện bằng đồng, được gọi là Plated Through Holes (PTH). Mạ thông qua các lỗ cho phép kết nối điện giữa các lớp khác nhau trên bảng bằng cách kết nối từ trên xuống dưới trên PCB. Microvias cho Kết nối mật độ cao (HDI) kết nối các lớp chồng lên nhau. Vias cũng có thể được làm đầy bằng đồng hoặc làm đầy chất điện môi sau đó được mạ phẳng lên trên và được sử dụng như công nghệ "thông qua tấm đệm", cũng như "vias đầy". Vias có thể bị mù hoặc bị chôn vùi; các vias mù nằm giữa một lớp bên ngoài và một lớp bên trong và các vias bị chôn vùi nằm giữa các lớp bên trong.

Tô đa giác

Một hình đa giác tự động điền vào một khu vực đã chọn bằng đồng và chảy xung quanh các miếng đệm và dấu vết khác, rất hữu ích để lấp đầy các mặt phẳng đất phức tạp. Đảm bảo rằng các phần điền hình đa giác được đặt sau khi tất cả các dấu vết và miếng đệm đã được đặt. Các hình lấp đầy đa giác có thể là điền đầy đồng "rắn" hoặc các rãnh đồng "nở" theo kiểu đan chéo, tuy nhiên, các điền đầy rắn được ưu tiên hơn. PCB có độ tin cậy cao không sử dụng điền đa giác vì nó tạo ra một khoảng cách nhỏ giữa tất cả các vết gàn và nền. Tăng trưởng dây tóc anốt dẫn điện (CAF) là một vấn đề về độ tin cậy đã biết. Khoảng cách nhỏ giữa các dấu vết ở khắp mọi nơi trong một hình đa giác làm tăng cơ hội tạo ra một đoạn ngắn đuôi gai. Mặt nạ hàn không ngăn cản tác dụng của CAF nhưng lớp phủ bảo vệ làm chậm tác dụng của CAF.

Clearances

Khe hở điện là một yêu cầu quan trọng cần xem xét. Tuy nhiên, có thông tin mới về định luật Paschen nói rằng đối với những đường cong dưới 350 vôn, không thể có cung tròn. Tất cả các biểu đồ giãn cách thực sự dựa trên điều kiện môi trường, không phải điện áp. Phải nói rằng, đối với hầu hết các mạch, khe hở phải dựa trên lượng bụi bẩn, độ ẩm, ăn mòn và các ảnh hưởng điện bên ngoài, chẳng hạn như vòng cung tĩnh, sẽ gặp phải. Ngay cả ở khoảng cách 2 mils, tín hiệu 300V sẽ không cung cấp. Thêm độ ẩm hoặc bụi (hấp thụ độ ẩm), và theo dõi sẽ xảy ra, một loại carbon ngắn. Luôn luôn khôn ngoan là phân bổ càng nhiều khoảng cách càng tốt, vì không phải lúc nào cũng có thể lường trước được môi trường mà sản phẩm sẽ được sử dụng.

Đối với PCB sử dụng điện áp chính 120V và 240V AC, có nhiều yêu cầu pháp lý và Phòng thí nghiệm bảo hành (UL) khác nhau cần phải tuân theo. Theo quy tắc chung, phải cho phép tối thiểu tuyệt đối là 315 mils hoặc khoảng cách 8mm giữa các rãnh 120V đến 240V và cách ly với các rãnh tín hiệu có không gian lớn hoặc một rãnh định tuyến giữa các điện áp để dừng phóng hồ quang bề mặt và theo dõi độ dẫn điện. Khoảng cách điện áp đường dây AC rộng hơn đối với các đột biến điện áp cao từ đường dây điện cũng như bụi và độ ẩm gây ra theo dõi.

Đối với điện áp không chính, tiêu chuẩn IPC có một tập hợp các bảng xác định độ hở cần thiết cho các điện áp khác nhau. Việc xóa vết sẽ thay đổi tùy thuộc vào điều kiện môi trường, không nhất thiết là điện áp như đã nêu. Theo dõi ở các lớp bên trong dựa trên điện áp, sự tăng trưởng CAF và theo dõi carbon, trong khi bề mặt bên ngoài dựa nhiều hơn vào độ ẩm, ăn mòn và bụi. Một số biểu đồ cho thấy những thay đổi ở độ cao 3.000 m để bù đắp cho sự loãng của khí quyển nhưng các đường cong Paschen chỉ cho thấy sự khác biệt vài phần trăm trong điện áp hồ quang ở 3.000 m. Phải mất 30.000 m so với mực nước biển trước khi nó tạo ra sự khác biệt đáng kể (20%) về quá điện áp hồ quang. Hãy nhớ rằng dưới 350 vôn, hầu như không thể có được hồ quang tự khởi tạo. Một lớp phủ phù hợp được áp dụng đúng cách sẽ cải thiện ảnh hưởng của các điều kiện môi trường và thường được sử dụng trên các PCB được chỉ định trong quân đội.

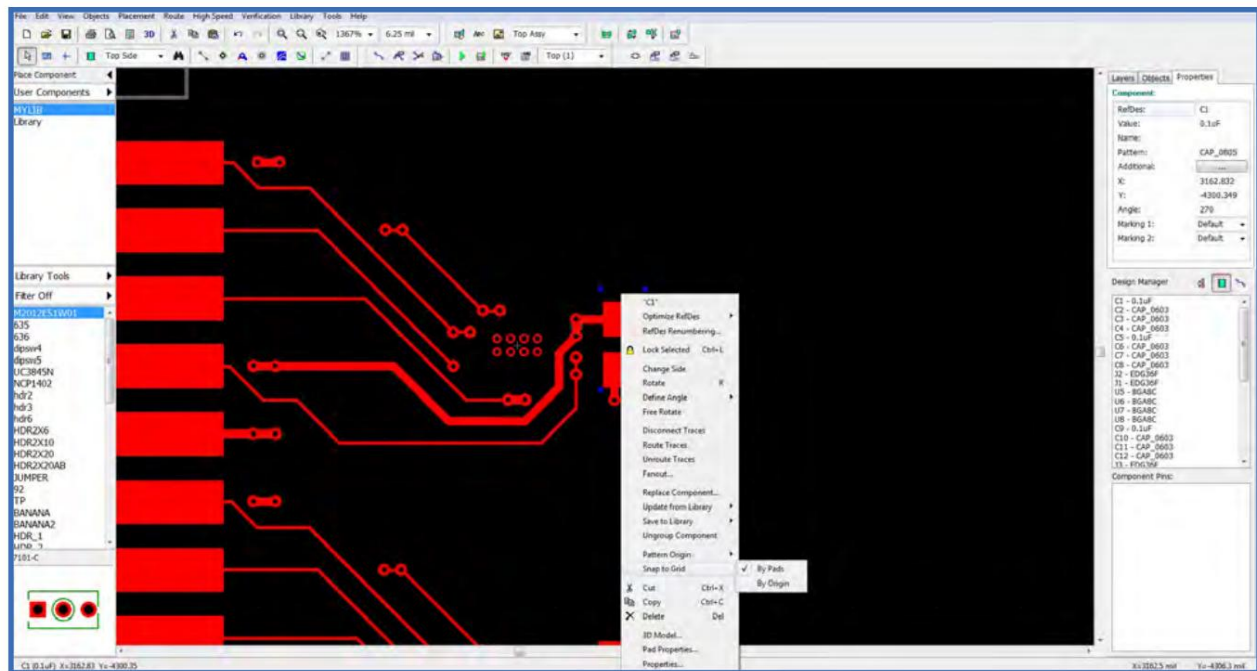
Làm việc với lưới

Trong các chip phần mềm PCB cũ hơn và các dấu vết được sắp xếp dựa trên các lưới. Với các thành phần rất nhỏ ngày nay, thông thường, bố trí các bộ phận thực tế trên một lưới tương đối nhỏ và sử dụng chức năng snap to center để kết nối các dấu vết với các tấm đệm. Với khả năng khoan và hình ảnh PCB tiên tiến hiện nay, không có lý do gì để chế tạo PCB để sử dụng lưới, ngoài việc nó làm cho bố cục PCB trông cân đối. Có nhiều loại lưới trong hầu hết các gói soạn thảo PCB

bao gồm cả lưới trung tâm điện và lưới "nhìn thấy được". Lưới hiển thị là một tùy chọn trên lưới màn hình gồm các đường liền hoặc đứt và giúp sắp xếp các thành phần và đường đi.

Một loại lưới khác là lưới "thành phần". Điều này hoạt động giống như lưới chụp nhanh, nhưng nó chỉ được sử dụng cho chuyển động của thành phần. Điều này cho phép nhà thiết kế căn chỉnh các thành phần theo một lưới khác nhưng đảm bảo rằng nó được tạo thành một bội số của lưới snap.

Kết nối mạng cho phép phần mềm biết rằng các bộ phận phải được kết nối với nhau. Khi một thành phần được di chuyển, phần mềm sẽ định tuyến lại các dấu vết để giữ cho các đường đi được kết nối hoặc sử dụng một mã nhận dạng màu khác nơi các dấu vết chéo phải được kết nối để các kết nối có thể được sửa chữa thủ công.



Với các thành phần rất nhỏ ngày nay, thông thường, bố trí các bộ phận thực tế trên một lưới tương đối nhỏ và sử dụng chức năng snap to center để kết nối các dấu vết với các tấm đệm.

Vị trí & Thiết kế Thành phần

Vị trí các thành phần cho đến nay là khía cạnh quan trọng nhất của việc bố trí một bảng.

Vị trí linh kiện tốt sẽ làm cho công việc bố trí dễ dàng hơn và mang lại hiệu suất điện tốt nhất. Vị trí thành phần kém có thể biến công việc định tuyến thành thảm họa, sử dụng nhiều lớp và vias hơn, và dẫn đến hiệu suất điện kém. Mỗi nhà thiết kế sẽ có phương pháp đặt các thành phần riêng của họ; không bao giờ có hai mạch sẽ được bố trí giống nhau. Không có

Cách chính xác tuyệt đối để đặt các thành phần của bạn trên PCB nhưng có những quy tắc cơ bản sẽ giúp định tuyến hiệu quả và mang lại hiệu suất điện tốt nhất cho bất kỳ thiết kế nào từ PCB nhỏ, đơn giản đến các thiết kế lớn và phức tạp.

10 bước cơ bản cần thiết để đặt một bảng hoàn chỉnh như sau:

1. Đặt lưới chụp nhanh, lưới hiển thị và kích thước rãnh / đệm mặc định của bạn.
2. Đặt các thành phần lên bảng dựa trên độ gần của mạch.
3. Phân chia và đặt các thành phần của bạn thành "nhóm mạch" chức năng nếu có thể.
4. Đặt tất cả các kết nối mạch vào tệp mạng của bạn.
5. Xác định các đường dẫn quan trọng trên mạch của bạn chẳng hạn như nguồn điện và định tuyến chúng trước.
6. Đặt và định tuyến từng nhóm mạch riêng biệt.
7. Định tuyến các kết nối tín hiệu và nguồn còn lại giữa các mạch.
8. Quay lại thiết kế của bạn và tổng thể lại.
9. Chạy Kiểm tra Quy tắc Thiết kế (DRC).
10. Thêm thông số kỹ thuật của bạn; ghi chú xây dựng, ghi chú chế tạo và số hiệu phiên bản / ngày.

Các bước này hoàn toàn không phải là một danh sách kiểm tra bao gồm tất cả. Có nhiều yếu tố xác định vị trí các thành phần nên được đặt bao gồm tiếng ồn của nguồn điện, yêu cầu hiện tại và độ rộng đường truyền tốc độ cao và trở kháng, chỉ cần đề cập đến một số.

Nếu tất cả các vị trí thành phần được đặt đầu tiên và sau đó bạn cố gắng định tuyến mọi thứ, bạn có thể dễ dàng hết chỗ và kết thúc việc di chuyển các thành phần nhiều lần. Ngoài ra, nếu các thành phần được đặt cách nhau quá nhiều, bạn có thể kết thúc với một bảng lớn không sử dụng hiệu quả không gian, với hàng nghìn bản nhạc và vias đan chéo nhau trên bảng. Cách chuyên nghiệp để bắt đầu bố cục là đưa tất cả các thành phần lên màn hình trước. Nếu ứng dụng PCB của bạn có gói sơ đồ, thì cách nhanh nhất để thực hiện bố cục là để ứng dụng PCB nhập thiết kế sơ đồ và chọn tất cả các thành phần tự động.

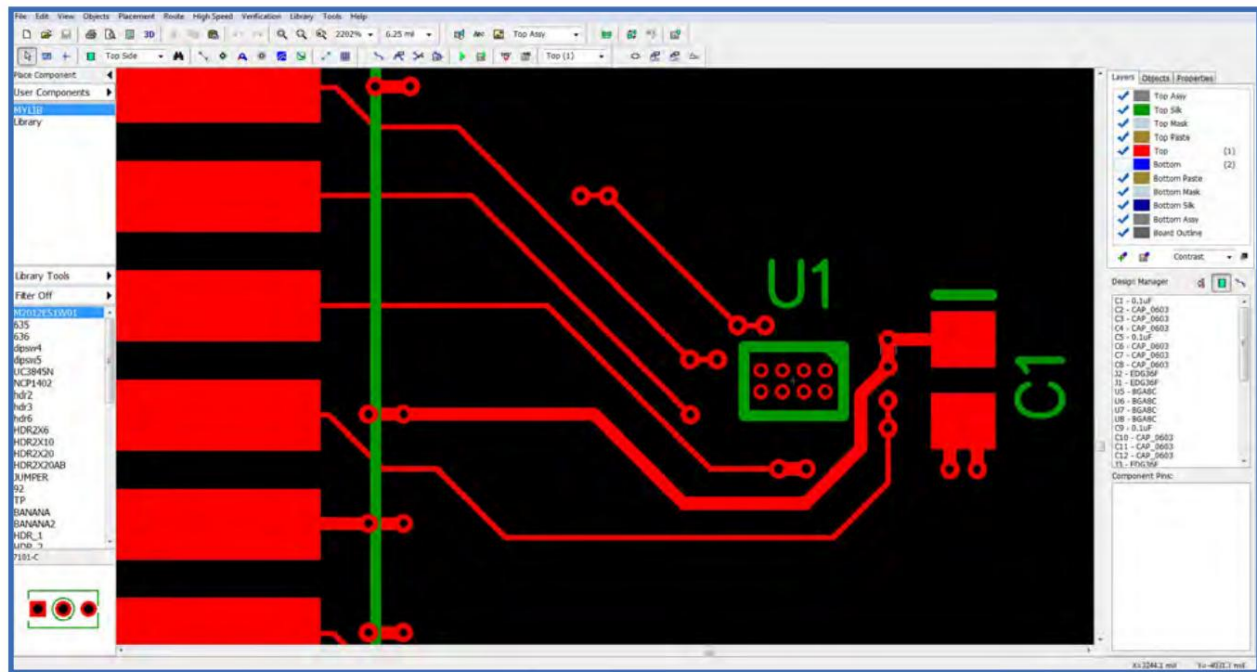
Nếu ứng dụng PCB của bạn không bao gồm gói giản đồ, thì bạn sẽ phải chọn từng thành phần từ thư viện và đặt nó xuống theo cách thủ công. Khi tất cả các thành phần nằm trên màn hình, bạn nên biết rõ liệu các bộ phận có dễ dàng phù hợp với kích thước (và hình dạng) của bo mạch được yêu cầu hay không. Nếu khoảng cách là vừa vặn, thì bạn sẽ phải nỗ lực để cố gắng giữ cho khoảng cách thành phần được chặt chẽ và bố cục theo dõi hiệu quả nhất có thể. Khoảng cách và vị trí cuối cùng của các thành phần là rất quan trọng để có được tất cả các dấu vết và vias kết nối trong không gian thiết kế. Đôi khi có thể mất nhiều hơn một vài bố cục để mọi thứ được định vị mà không cần tăng kích thước bảng.

Phân tích sơ đồ và xác định những phần nào của thiết kế có thể được chia thành các nhóm mạch. Khi sử dụng mạch như một bộ đếm thời gian phức tạp, mạch này thường sẽ có một dòng xung nhịp đầu vào duy nhất và một dòng đầu ra duy nhất, rất nhiều thành phần và kết nối như một phần của bộ đếm thời gian. Đây là một

nhóm mạch cổ điển và một nhóm cho phép kết hợp tất cả các phần này lại với nhau trong một nhóm riêng biệt. Sắp xếp tất cả các phần này thành bố cục nhỏ của riêng chúng lệch sang một bên để sắp xếp sau khi bố cục được xây dựng.

Bạn cũng sẽ cần phải tách các bộ phận nhạy cảm về điện của thiết kế thành các nhóm riêng biệt.

Cố gắng không trộn lẫn mạch kỹ thuật số và mạch tương tự. Chúng cần được tách biệt về mặt vật lý và điện, đặc biệt là nền của chúng. Điều tương tự cũng áp dụng cho các mạch tần số cao và dòng điện cao; không trộn chúng với các mạch nhạy cảm với tần số thấp và dòng điện thấp và đảm bảo tách các mạch điện.



Phần mềm thiết kế PCB sẽ có một công tắc phần mềm để thực thi các chuyển động 45 độ; nó là tốt nhất để sử dụng nó.

Sự đối xứng của các bộ phận trông đẹp mắt nhưng không cần thiết về mặt điện trong thiết kế PCB. Để tăng tốc quá trình thiết kế khi sử dụng hai hoặc nhiều nhóm mạch xây dựng giống hệt nhau, hãy tạo một nhóm và sao chép nhóm thứ hai và thứ ba khi chúng cần thiết. Bắt đầu định tuyến tất cả các nhóm mạch khác nhau một cách riêng biệt. Khi phần lớn cơ bản của quá trình định tuyến nhóm riêng lẻ đã hoàn thành, hãy di chuyển và sắp xếp các nhóm mạch vào phần còn lại của thiết kế. Nếu bạn không có ai để kiểm tra bo mạch của mình và không có khả năng DRC, hãy sử dụng bản in của sơ đồ và bút đánh dấu để so sánh từng kết nối điện đơn lẻ trên bảng với sơ đồ, mạng bằng mạng. Đánh dấu mỗi mạng trên giản đồ khi chúng được hoàn thành. Khi hoàn tất, không còn kết nối điện nào chưa được đánh dấu. Bây giờ bạn có thể khá tin tưởng rằng bo mạch là chính xác về mặt điện.

Định tuyến tay

Định tuyến là quá trình đặt các rãnh để kết nối các thành phần trên bo mạch.

Kết nối điện giữa hai hoặc nhiều miếng đệm được gọi là "lưới". Giữ lưới càng ngắn càng tốt. Tổng chiều dài rãnh càng dài, điện trở, điện dung và độ tự cảm của nó càng lớn, tất cả đều là những yếu tố không mong muốn. Các đường chỉ nên có góc 45 độ hoạt động tốt nhất khi chạy các dấu vết xung quanh PCB.

Tránh sử dụng các góc vuông và trong mọi trường hợp không sử dụng góc lớn hơn 90 độ để tránh hiện tượng chất lỏng khắc ở các góc gần. Phần mềm thiết kế PCB sẽ có một công tắc phần mềm để thực thi các chuyển động 45 độ; nó là tốt nhất để sử dụng nó. Khi các dấu vết được đặt xung quanh bảng, sử dụng góc 45 độ cho các lượt. Để chạy một loạt các dấu vết xung quanh các thành phần không được kết nối trực tiếp với kết nối trừ khi nó có thể được thực hiện mà không bị can thiệp. Chỉ sử dụng các góc rãnh tròn với tần số cao RF, cân bằng độ dài tín hiệu hoặc mạch điện áp cao.

Bật tùy chọn snap trung tâm (còn được gọi là kết nối snap to center) cho phép phần mềm tự động xác định vị trí trung tâm của các miếng đệm và các điểm kết thúc của bản nhạc. Đồng thời, nó đặt phần cuối của dấu vết bên trong tấm đệm. Điều quan trọng là phải luôn kết thúc một dấu vết ở giữa miếng đệm. Đừng tạo dấu vết chỉ cần chạm vào miếng đệm. Người chụp chương trình và danh sách mạng có thể không nghĩ rằng bản nhạc đang kết nối điện với tấm đệm. Sử dụng một dấu vết duy nhất và tiếp tục chạy nó xung quanh để kết nối với pad mong muốn. Các dấu vết nối với nhau từ đầu đến cuối đôi khi có thể là một vấn đề đối với việc chỉnh sửa trong tương lai, chẳng hạn như di chuyển toàn bộ thành phần.

Để quyết định sử dụng khoảng cách và chiều rộng dấu vết nào, lời khuyên tốt nhất là sử dụng dấu vết và không gian càng rộng càng tốt. Với nhiều nhà sản xuất PCB sử dụng chiều rộng và khoảng trống tiêu chuẩn là 5/5, bất kỳ thứ gì 5/5 hoặc lớn hơn thường không dẫn đến việc tăng giá sản xuất PCB.

Đối với PCB dưới 5/5, tốt nhất nên kiểm tra với nhà sản xuất PCB vì một số có thể dễ dàng thực hiện độ rộng và khoảng cách dòng 3/3 mà không làm tăng chi phí.

Nếu đường dây điện và mặt đất được coi là quan trọng thì hãy đặt chúng xuống trước. Ngoài ra, hãy làm cho các rãnh công suất càng lớn càng tốt. Giữ cho đường dây điện và đường nối đất chạy gần nhau. Đừng gửi chúng theo các hướng ngược nhau xung quanh bảng. Điều này làm giảm điện cảm của hệ thống điện và cho phép bỏ qua hiệu quả. Mặt phẳng phân chia phân chia và xử lý hai nguồn cung cấp điện khác nhau hoặc cơ sở trả về tín hiệu kỹ thuật số và tín hiệu tương tự. Không cho phép các vết tốc độ cao đi qua một khe hở trên mặt phẳng nguồn hoặc mặt đất vì nó sẽ làm thay đổi trở kháng tại điểm đó. Trong quá trình làm sạch, hãy loại bỏ mọi vật điền đồng không được kết nối (còn gọi là đồng chết) vì chúng chỉ làm tăng điện dung và độ tự cảm và tạo ra nhiều cơ hội hơn cho sự cố ngắn.

Làm sạch thiết kế

Định tuyến có thể đã hoàn thành nhưng thiết kế vẫn chưa hoàn chỉnh. Có một vài kiểm tra vào phút cuối và các bước hoàn thiện cần được thực hiện. Kiểm tra số lượng lỗ gấn cần thiết trên bo mạch có tồn tại không, vì các thành phần có thể bị nặng. Giữ cho các lỗ gấn kết không bị dính bất kỳ thành phần hoặc rãnh nào. Sử dụng khu vực "tránh xa" trong phần mềm. Dành chỗ cho bất kỳ vòng đệm và ốc vít nào. Kiểm tra với nhà sản xuất PCB của bạn để xác định xem họ có tính thêm phí cho một số kích thước lỗ khác nhau nhất định hay không. Nếu vậy, hãy đơn giản hóa thiết kế bằng cách giảm thiểu số lượng kích thước lỗ.

Kiểm tra kỹ các kích thước lỗ chính xác trên tất cả các thành phần và thêm 4-5 mils mỗi bên để có dòng hàn phù hợp. Không có gì khó chịu hơn việc nhận được một PCB được bố trí hoàn hảo từ nhà sản xuất chỉ để thấy rằng một thành phần sẽ không vừa với các lỗ!

Đảm bảo rằng tất cả các vias có đúng kích thước pad. Ví dụ, nhà sản xuất sẽ quy định rằng tấm lót phải cao hơn kích thước lỗ thành phẩm là 12 mils. Nếu miếng đệm quá nhỏ so với bề mặt đã hoàn thiện, nó có thể gây ra các vết nứt trên miếng đệm. Lỗ, nếu bị dịch chuyển một chút, có thể nằm ngoài miếng đệm. Hầu hết các nhà sản xuất sẽ chạy DRC trên thiết kế trước khi chế tạo và từ chối công việc nếu tấm đệm không đủ lớn. Kiểm tra để đảm bảo có đủ khoảng cách vật lý giữa tất cả các thành phần. Chú ý các thành phần có kim loại tiếp xúc có thể tiếp xúc điện bằng cách uốn cong hoặc tăng nhiệt với các thành phần khác hoặc các rãnh và miếng đệm tiếp xúc.

Giọt nước mắt là một sự làm mịn tốt đẹp ở phần tiếp giáp giữa rãnh và miếng đệm, nhưng các nghiên cứu đã chỉ ra rằng nó không mang lại một giao diện dấu vết mạnh mẽ hoặc đáng tin cậy hơn cho miếng đệm. Do đó, không cần thiết phải sử dụng chúng.

Bố cục một mặt

PCB một mặt có giá thấp hơn hai mặt. Thiết kế mạch như một mạch một mặt có thể làm giảm đáng kể chi phí của bảng. Hầu hết các mặt hàng tiêu dùng ngày nay như TV và đầu DVD, tất cả đều sử dụng bảng một mặt giá rẻ. Nhiều tính năng và thành phần hơn có thể được thêm vào bảng một mặt với việc bổ sung các jumper. Jumper có thể là một sợi dây uốn cong được hàn vào, một sợi dây được đưa vào tự động uốn trước hoặc thậm chí là những vết bạc được in lên trên một lớp điện môi.

Nếu xây dựng mạch một mặt sẽ được lắp ráp bằng máy tự động, sẽ ít tốn kém hơn khi sử dụng nhiều jumper nếu cần, trái ngược với việc chuyển sang thiết kế hai mặt.

Tuy nhiên, với các thành phần SMT, thiết kế hai mặt nhìn chung có thể ít chi phí hơn. Nếu thiết kế

là vị trí thành phần phức tạp trở nên quan trọng hơn. Không làm cho tất cả các thành phần đẹp và ngay ngắn. Đặt các thành phần sao cho chúng cung cấp định tuyến theo dõi ngắn nhất và hiệu quả nhất có thể. Chi phí và kích thước của mạch cũng như trình độ công nghệ sẽ quyết định xem thiết kế cần là một mặt hay tăng lên thành hai mặt. Với kinh nghiệm, bạn sẽ có thể xác định xem bảng một mặt có phải là một lựa chọn hay không trước khi bạn bắt đầu thiết kế

Bố cục hai mặt

PCB hai mặt cho phép nhiều thành phần hơn và định tuyến chặt chẽ hơn. Các thiết kế gần như không thể trên bảng một mặt sẽ đơn giản hơn khi một lớp bổ sung được thêm vào. Thiết kế hai mặt cho thấy có một mặt với các dấu vết chạy chủ yếu theo một hướng và mặt còn lại khác 90 độ. Điều này cho phép bạn dễ dàng thả một qua xuống và đi theo một hướng khác trên bàn cờ. Vị trí thành phần cẩn thận với định tuyến khối xây dựng hiệu quả là rất quan trọng để có bố cục thông qua số lượng thấp gọn gàng. Nhiều bộ định tuyến tự động cơ bản hoạt động theo cách này. Đôi khi nó hoạt động tốt và những lần khác, bố cục bàn tay sẽ tốt hơn. Thiết kế hai mặt cũng có thể tạo cơ hội sử dụng các kỹ thuật mặt đất và mặt phẳng nguồn tốt, vốn được yêu cầu cho các thiết kế tần số cao. Việc lắp ráp các thành phần trên cả hai mặt của PCB có thể mang lại nhiều lợi ích như giảm kích thước bo mạch. Hãy chắc chắn để người lắp ráp PCB của bạn tham gia vào các cuộc thảo luận trong quá trình bố trí bảng. Có rất nhiều điều có thể và không thể thực hiện với tải hai mặt.

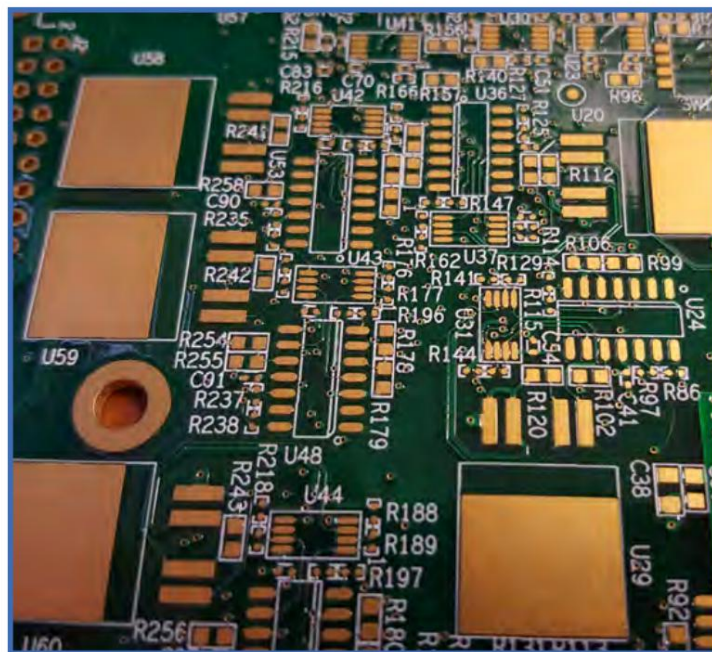
Silkscreen

Lớp màn hình lụa còn được gọi là lớp phủ thành phần hoặc nhận dạng thành phần. Nó là một lớp epoxy màu trắng ở trên cùng hoặc dưới cùng của bảng xác định các đường viền của thành phần, các ký hiệu (chẳng hạn như C1, R1, v.v.) và bất kỳ văn bản quan trọng nào khác. Mực epoxy được phủ lên bảng bằng quy trình sàng lọc lụa hoặc máy in phun mực đặc biệt. Màu trắng là màu tiêu chuẩn nhưng các màu khác có sẵn theo yêu cầu. Khi đặt dấu chân thành phần, hãy đảm bảo rằng lớp phủ thành phần được thêm vào để phản ánh kích thước thực của thành phần trên một lớp riêng biệt. Bằng cách này, bạn sẽ có thể biết được bạn có thể xác định vị trí vật lý của các thành phần gần như thế nào. Đảm bảo rằng tất cả các thành phần phân cực được đánh dấu và chân 1 được xác định. Lớp màn hình lụa sẽ được căn chỉnh không chính xác nhất trong tất cả các lớp, vì vậy đừng dựa vào nó để biết bất kỳ độ chính xác về vị trí nào. Đảm bảo rằng không có phần nào của tấm lụa phủ lên tấm đệm trần. Kiểm tra với nhà sản xuất PCB để biết thông số kỹ thuật vì hầu hết giới hạn chiều rộng của văn bản sàng lọc lụa tối thiểu là rộng 10 mils. Theo nguyên tắc chung, không đặt các giá trị thành phần trên màn hình lụa; chỉ là bộ chỉ định thành phần.

Mặt nạ Hàn

Mặt nạ hàn là một lớp phủ epoxy mỏng trên bo mạch để che đi các vết

và bao quanh các miếng đệm để giúp ngăn hàn nối giữa các chân. Mặt nạ hàn rất cần thiết cho các thiết bị gắn bề mặt và thiết bị có mũi nhọn để giữ cho các chân được tách ra khỏi vật hàn. Ứng dụng thiết kế PCB sẽ tự động loại bỏ mặt nạ hàn khỏi các miếng đệm và vias với khoảng cách hoặc khoảng cách được chỉ định và thường phải được đặt ở khoảng cách ít nhất từ 2 đến 4 mils. Hãy cẩn thận để không tạo khoảng trống quá lớn hoặc có thể có khoảng trống trên mặt nạ hàn giữa các miếng đệm làm lộ dấu vết ở giữa.



Các khu vực của mặt nạ hàn có thể rõ ràng bằng cách đặt các rãnh hoặc lấp đầy trên lớp mặt nạ hàn.

Mặt nạ hàn thường được hiển thị trong ứng dụng thiết kế PCB dưới dạng hình ảnh âm bản, giống như mặt phẳng nguồn. Các khu vực của mặt nạ hàn có thể rõ ràng bằng cách đặt các rãnh hoặc lấp đầy trên lớp mặt nạ hàn. Mặt nạ hàn được áp dụng bằng ba phương pháp sản xuất rất khác nhau; màn hình lụa, ánh có thể tương tượng và mực phun. Mặt nạ ánh có thể tương tượng cung cấp độ phân giải và căn chỉnh tốt hơn và được ưa thích hơn so với phương pháp màn hình lụa cũ nhưng hầu hết các nhà sản xuất đang hướng tới ứng dụng mặt nạ hàn phun mực mới nhanh hơn, chi phí thấp hơn. Mặt nạ hàn có nhiều màu sắc khác nhau nhưng màu tiêu chuẩn là xanh lục nhạt bán bóng, điển hình là Taiyo 4000bn Ink. Trên hầu hết các bảng, mặt nạ hàn được đặt trực tiếp trên các rãnh đồng trần. Đây được gọi là mặt nạ hàn trên đồng trần, hoặc SMOBC. Các vias nhỏ có thể được bao phủ hoặc lấp đầy bằng mặt nạ hàn; điều này được gọi là lều hoặc thông qua lấp đầy. Phần bên trong được lấp đầy riêng biệt bằng một lớp màn lụa của mặt nạ hàn epoxy. Vias được điền đầy hữu ích cho các thiết kế dung sai gần nhau để ngăn không cho chất hàn chảy qua hoặc đi vào vias.

Kiểm tra nó ra!

Để biết thêm thông tin về chủ đề này, hãy xem bài đăng trên blog này từ Bay Area Circuits, có tiêu đề "Tổng quan về Mặt nạ hàn LPI và Quy trình sản xuất PCB". Nhấp vào đây: bayareacircuits.com/an-overview-of-lpi-sellermask-and-its-role-in-the-pcb-production-process/

Lớp chế tạo cơ khí

Lớp chế tạo cơ khí được sử dụng để cung cấp phác thảo cho bảng và các hướng dẫn chế tạo khác. Nó được sử dụng để thông báo các thông số kỹ thuật với nhà sản xuất PCB, cũng như dung sai mà nhà sản xuất PCB cần hướng tới.

Tránh xa khu vực

Lớp Keep out thường xác định các khu vực trên bo mạch của bạn nơi các dấu vết hoặc thành phần được định tuyến tự động hoặc thủ công là không mong muốn. Điều này có thể bao gồm các khu vực giải phóng mặt bằng xung quanh miếng đệm lỗ lắp hoặc các bộ phận điện áp cao, chẳng hạn như.

Căn chỉnh lớp

Khi nhà sản xuất PCB sản xuất bo mạch sẽ có dung sai căn chỉnh trên phim ảnh nghệ thuật cho mỗi lớp. Điều này bao gồm theo dõi, mặt phẳng, màn hình lựa, mặt nạ hàn và khoan. Nếu không có sự cho phép cho điều này trong thiết kế và dung sai quá tốt, thiết kế có thể không diễn ra như kế hoạch. Tham khảo ý kiến nhà sản xuất để biết dung sai căn chỉnh nào có thể đạt được - và cả dung sai căn chỉnh mà bạn đang phải trả!

Đường dây

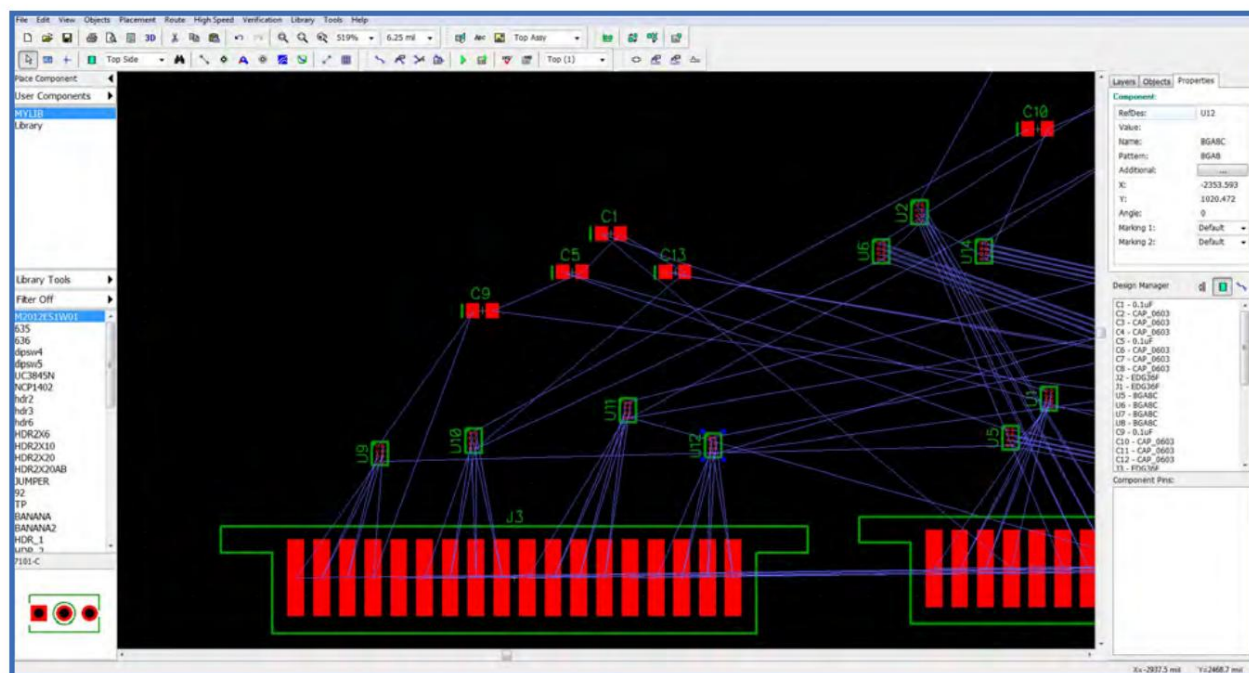
Một danh sách ròng về cơ bản là một danh sách các kết nối ("lưới") tương ứng với giản đồ. Nó cũng chứa danh sách các thành phần, ký hiệu thành phần, dấu chân thành phần và các thông tin khác liên quan đến giản đồ. Tập danh sách net sẽ được tạo bởi gói lược đồ. Tạo một danh sách ròng còn được gọi là "chụp giản đồ". Ứng dụng thiết kế PCB sau đó có thể nhập tập danh sách mạng này. Nó có thể tự động tải tất cả các thành phần cần thiết lên bảng trống và cũng có thể gán tên "net" cho mỗi chân linh kiện. Với các lưới được gán cho các thành phần PCB, giờ đây có thể tự động định tuyến, thực hiện kiểm tra quy tắc thiết kế (DRC) và hiển thị kết nối thành phần. Đây là lợi thế cơ bản với các gói CAD sơ đồ và PCB hiện đại.

Kiểm tra nó ra!

Để biết thêm thông tin về chủ đề này, hãy xem bài đăng trên blog này từ Bay Area Circuits, có tiêu đề "Mẹo kỹ thuật cho một PCB được sản xuất thành công - Danh sách mạng". Nhấp vào [đây: bayareacircuits.com/technical-tips-for-a-success-print-board-board-the-netlist /](https://bayareacircuits.com/technical-tips-for-a-success-print-board-board-the-netlist/)

Màn hình tổ chuột

“Tổ chuột” là một màn hình hiển thị đường thẳng, nối pad này với pad, trực tiếp từ danh sách net được tạo ra từ giản đồ. Tổ chuột hiển thị các đường thẳng mà không cố gắng định tuyến các dấu vết xung quanh các dấu vết hoặc miếng đệm khác. Khi bạn trở nên thành thạo hơn với định tuyến, bạn có thể lấy một đường tổ chuột duy nhất và bắt đầu chạy nó xung quanh các dấu vết hoặc miếng đệm khác, cũng như di chuyển lên và xuống giữa các lớp bằng vias. Thao tác sắp xếp thành phần sẽ dễ dàng hơn đáng kể bằng cách bật màn hình tổ chuột. Để làm như vậy, hãy nhập bản vẽ giản đồ và nhập một danh sách rỗng cho phép bạn tạo tổ chuột sau đó. Đối với các thiết kế lớn, màn hình tổ chuột là điều cần thiết để cho phép bạn nhìn thấy các dấu vết phải đến, do đó, giúp định tuyến dễ dàng hơn. Sau khi các thành phần đã được bố trí ban đầu, cho phép tổ chuột sẽ xuất hiện dưới dạng một mê cung đường ngẫu nhiên khổng lồ và phức tạp, do đó có tên là “tổ chuột”. Tổ chuột thoát nhìn có thể rất khó hiểu. Tuy nhiên, khi mỗi thành phần được di chuyển, các đường dây của tổ chuột sẽ tự động di chuyển cùng với chúng cho phép điều chỉnh vị trí để có được sự phù hợp nhất. Tổ chuột cho phép bạn xem các thành phần nào được kết nối với nhau mà không cần phải liên tục tham chiếu trở lại giản đồ và kiểm tra các chỉ định thành phần tham chiếu chéo. Bạn sẽ quen với việc sử dụng tính năng tổ chuột ngay cả trên các bảng đơn giản vì nó cho phép bạn nhanh chóng xem từng dấu vết phải kết nối ở đâu. Các đường làm tổ của chuột sẽ từ từ biến mất khi bạn định tuyến và chuyển chúng thành dấu vết giữa các thành phần và lớp. Thiết kế sẽ ít phức tạp hơn cho phép bạn tìm kiếm các tuyến đường theo dõi cho các dấu vết khó hơn.



Tổ chuột hiển thị các đường thẳng mà không cố gắng định tuyến các dấu vết xung quanh các dấu vết hoặc miếng đệm khác.

Kiểm tra quy tắc thiết kế

Kiểm tra Quy tắc Thiết kế (DRC) cho phép phần mềm thiết kế PCB tự động kiểm tra thiết kế PCB về kết nối, thanh thải và các lỗi sản xuất khác như được chỉ định trong tệp DRC. Với các PCB lớn và phức tạp, thực tế không thể kiểm tra thiết kế PCB theo cách thủ công.

Quy trình DRC là một bước hoàn toàn cần thiết trong thiết kế PCB chuyên nghiệp. Một DRC thích hợp sẽ xem xét kết nối mạch vì nó kiểm tra xem mọi dấu vết trên bo mạch có khớp với danh sách rỗng của sơ đồ hay không. DRC sẽ xem xét tất cả các khu vực đồng để có độ hở điện thích hợp giữa các rãnh, miếng đệm và các thành phần. DRC cũng sẽ so sánh dung sai sản xuất như kích thước lỗ tối thiểu và tối đa, chiều rộng rãnh, thông qua chiều rộng, kích thước giảm nhiệt và ngắn mạch.

Một DRC hoàn chỉnh thường được thực hiện sau khi hoàn thành thiết kế PCB. Tuy nhiên, một số ứng dụng phần mềm có khả năng thực hiện kiểm tra quy tắc DRC “khi bạn làm việc”. Ví dụ: Ứng dụng thiết kế sẽ chỉ ra khi kết nối của một dấu vết với một vùng đệm không chính xác theo danh sách lưới sơ đồ hoặc nếu nó vi phạm một khoảng trống đã đặt giữa dấu vết và vùng đệm.

Kiểm tra nó ra!

Nhiều nhà sản xuất PCB công bố quy tắc thiết kế của họ trực tuyến. Quy tắc thiết kế của Bay Area Circuit có thể được tìm thấy tại đây: bayareacircuits.com/design-rules/

Chú thích chuyển tiếp và quay lại

Chú thích chuyển tiếp là khi các thay đổi được thực hiện đối với bố cục PCB hiện có thông qua trình chỉnh sửa giản đồ danh sách mạng. Phần mềm sẽ sử dụng danh sách mạng sơ đồ và các bộ chỉ định thành phần và nhập chúng vào thiết kế PCB, thực hiện bất kỳ thay đổi cần thiết nào. Một số gói phần mềm cũng sẽ tự động xóa các dấu vết PCB cũ không còn được kết nối trong thời gian thực. Nếu giản đồ được cập nhật, thì thay đổi phải được chú thích chuyển tiếp vào thiết kế PCB. Chú thích quay lại xảy ra khi một trong các ký hiệu thành phần hoặc số pin chip trên PCB bị thay đổi và sau đó được cập nhật tự động trở lại sơ đồ danh sách mạng. Các tính năng chú thích ngược nâng cao hơn trong một số phần mềm cho phép hoán đổi các cổng trên chip và thực hiện các thay đổi điện khác.

Bố cục nhiều lớp

PCB nhiều lớp đắt hơn và khó sản xuất hơn

một bảng một mặt hoặc hai mặt, nhưng nó mở ra một khu vực rộng lớn để định tuyến theo dõi, đặc biệt là với các chip mật độ cao hơn và BGA để định tuyến các rãnh nguồn và tín hiệu. Bằng cách đặt các dấu vết tín hiệu vào bên trong bảng, bạn có thể tăng mật độ của các thành phần trên một bảng kích thước nhất định.

Quyết định khi nào chuyển từ thiết kế hai mặt sang thiết kế nhiều lớp chịu ảnh hưởng của nhiều quyết định; kích thước bo mạch, độ rộng theo dõi mật độ định tuyến và cao độ ghim. Bảng nhiều lớp chủ yếu có số lớp chẵn với 4, 6 và 8 lớp là phổ biến nhất. Các mạch phức tạp ngày nay yêu cầu tới 32 lớp và được coi là rất chuyên biệt. Về

mặt kỹ thuật, bạn có thể thiết kế / đặt hàng một số lớp lẻ, chẳng hạn như bảng 3 lớp, nhưng chi phí sẽ tương đương với bảng 4 lớp nên số lớp lẻ thường không tiết kiệm tiền. Trong thiết kế nhiều lớp, một lớp sẽ dành riêng cho mặt phẳng nguồn, lớp thứ hai dành riêng cho mặt phẳng và hai lớp trở lên cho các lớp vết thường chạy ở góc 90 độ với nhau để dễ dàng thông qua việc định tuyến vết giữa các lớp. Các lớp điện hầu như luôn nằm ở giữa bảng, với nhiều lớp tiếp đất gần bên ngoài hơn.

Nếu cần nguồn điện và mặt đất do tần số cao, hãy tìm cách tăng từ 4 lên 6 lớp.

6 lớp trở lên cho phép ba đến bốn lớp định tuyến tín hiệu đầy đủ và hai đến ba lớp dành riêng cho nguồn và mặt đất.

Bố cục nhiều lớp và thậm chí hai mặt, cho phép sử dụng các loại vias khác nhau để cải thiện mật độ định tuyến. Có nhiều loại vias; tiêu chuẩn, mù, chôn, vi và khoan ngược là tất cả các ví dụ. Tiêu chuẩn xuyên lỗ vias đi xuyên toàn bộ bảng và có thể kết nối từ trên xuống dưới, kết nối với các lớp bên trong nếu có nhu cầu. Có thể có không gian lãng phí trên các lớp không được kết nối nhưng nhiều khi điều này ít tốn kém hơn so với việc sử dụng các vias mù hoặc bị chôn vùi. Vias mù đi từ bề mặt bên ngoài qua các lớp nhưng dừng lại ở đâu đó bên trong bảng và phần qua không nhô ra phía bên kia của bảng. Blind vias đắt hơn vì chúng liên quan đến nhiều chu kỳ cán màng của nhà sản xuất hoặc yêu cầu thiết bị đắt tiền, như máy khoan laser hoặc máy khoan CNC đặc biệt với công nghệ cảm biến lớp. Vias bị chôn vùi là một kết nối bằng bên trong

6 Layer Foil Lamination - .062 +/-10%					Thickness
TOP	L1	Foil	1.5 oz		0.0021
	Prepreg	2113	No. of pcs.	2	0.0070
	Prepreg		No. of pcs.		
	L2	Foil	1 oz		0.0014
	Core Thickness 0.014				0.0140
	L3	Foil	1 oz		0.0014
	Prepreg	2113	No. of pcs.	3	0.0100
	Prepreg		No. of pcs.		
	L4	Foil	1 oz		0.0014
	Core Thickness 0.014				0.0140
BOTTOM	L5	Foil	1 oz		0.0014
	Prepreg	2113	No. of pcs.	2	0.0070
	Prepreg		No. of pcs.		
	L6	Foil	1.5 oz		0.0021
Total Thickness					0.0618

6 lớp trở lên cho phép ba đến bốn lớp định tuyến tín hiệu đầy đủ và hai đến ba lớp dành riêng cho nguồn và mặt đất.

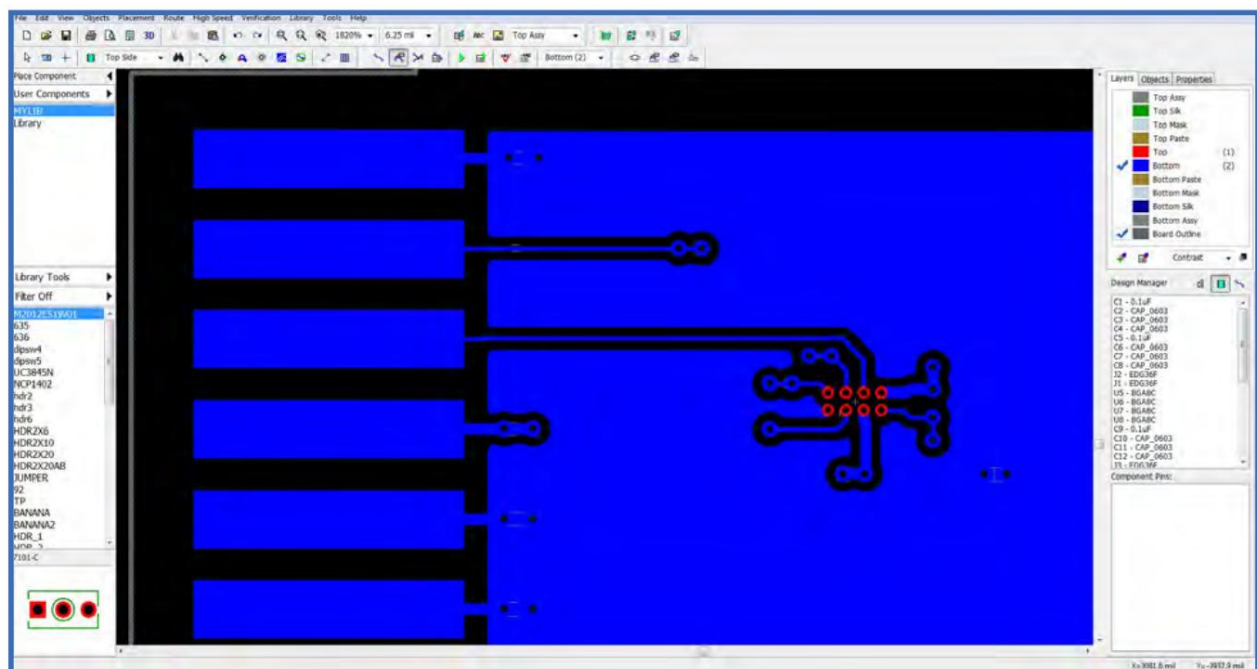
giữa hai hoặc nhiều lớp bên trong không có lỗ nhìn thấy ở bên ngoài bảng. Các vias bị chôn có thể yêu cầu cán tuần tự trên một số bản dựng nếu qua bắt đầu hoặc dừng trên một lớp lẻ, do đó, làm tăng chi phí. Vias mù và chôn rất hữu ích và gần như bắt buộc đối với các thiết kế có mật độ rất cao như những thiết kế liên quan đến các thành phần Ball Grid Array (BGA). Vias siêu nhỏ được khoan bằng laser và thường chỉ kết nối một lớp này với lớp khác và có đường kính rất nhỏ với đường kính 2-4 mils. Vias được khoan sau là một lỗ thông thường nhưng được khoan một phần để hạn chế trở kháng bằng cách giảm tâm mạ của lỗ thông qua; một bên được khoan một phần để hạn chế số lượng kết nối lớp bên trong và chiều dài lỗ mạ.

Kiểm tra nó ra!

Bất kỳ nhà sản xuất PCB rắn nào cũng có thể cung cấp cho nhà thiết kế một bộ xếp chồng nhiều lớp theo yêu cầu. Việc xếp chồng lên nhau sẽ xác định các lớp vật liệu được sử dụng dựa trên các yêu cầu về lớp và độ dày kết thúc. Tìm một ví dụ được sử dụng bởi Bay Area Circuits tại đây: bayareacircuits.com/multi-layer-stackups/

Điện và Máy bay Mặt đất

Thực tiễn thiết kế tiêu chuẩn là sử dụng "nguồn điện và mặt đất" để phân phối điện và trả lại mặt bằng trong suốt thiết kế. Sử dụng nguồn điện và mặt đất có thể làm giảm đáng kể điện cảm của hệ thống dây điện, nhiễu điện áp lên đường dây điện và giảm trở kháng cho các bộ phận, điều này rất quan trọng đối với thiết kế kỹ thuật số tốc độ cao.



Thực hành tiêu chuẩn trên các bo mạch phức tạp hơn là phân chia nguồn điện hoặc mặt phẳng đất bằng cách tách các khu vực tạo ra các mặt phẳng không kết nối.

Mặt phẳng nguồn hoặc mặt đất về cơ bản là một lớp đồng rắn của bo mạch dành riêng cho mặt đất hoặc tín hiệu nguồn. Các mặt phẳng công suất tốt nhất là ở các lớp giữa của bảng, thường là ở các lớp gần với bề mặt bên ngoài nhất. Trên bảng 4 lớp với các yêu cầu công suất phức tạp, thông thường sử dụng một lớp làm mặt phẳng nền và một lớp khác cho các rãnh công suất âm và dương khác nhau. Mặt phẳng mặt đất thường là điểm trả tín hiệu và quan trọng hơn mặt phẳng công suất. Hầu hết các ứng dụng thiết kế PCB sử dụng các lớp mặt phẳng đảo ngược được đặt đối diện với các lớp theo dõi thông thường khác. Trên một lớp dấu vết bình thường, bảng bắt đầu trống và khi các dấu vết được đặt, chúng sẽ trở thành dấu vết đồng thực tế. Tuy nhiên, trên mặt phẳng nguồn / mặt đất, bảng bắt đầu bằng đồng được phủ. Đặt dấu vết trên mặt phẳng nguồn / mặt đất thực sự loại bỏ đồng.

Một mặt phẳng nguồn / mặt đất sẽ không có bất kỳ khoảng trống hoặc khu vực trống nào mà chỉ là một lớp đồng rắn với các lỗ thông gió trên mặt phẳng đồng để xuyên qua. Thực hành tiêu chuẩn trên các bo mạch phức tạp hơn là phân chia nguồn điện hoặc mặt phẳng đất bằng cách tách các khu vực tạo ra các mặt phẳng không kết nối. Điều này có thể được thực hiện để tách một điểm tương tự và mặt đất kỹ thuật số để giảm lượng nhiễu mặt đất kỹ thuật số được ghép vào mạch tương tự nhạy cảm hơn. Hãy cẩn thận để không gây ra vòng lặp điện hoặc nối đất trên bảng do vô tình kết nối các nửa đối diện của mặt phẳng ở một mặt của bảng với mặt kia. Một phương pháp hay, bạn nên đặt các dấu vết rộng .020 đến .040 (vùng trống) hoàn toàn xung quanh mép ngoài của mặt phẳng nguồn / mặt đất để đảm bảo rằng mặt phẳng nguồn / mặt đất không mở rộng sang phải đến mép bảng và cho phép vùng FR4 trống để định tuyến cuối cùng.

Nối đất

Tiếp đất là rất quan trọng cho hoạt động chính xác của nhiều mạch. Kỹ thuật nối đất tốt hay kém có thể tạo ra hoặc phá vỡ một thiết kế tạo ra dao động trong mạch.

Sử dụng càng nhiều đồng càng tốt cho đường nối đất, vì càng nhiều đồng trong đường nối đất thì trở kháng càng thấp. Sử dụng mặt đất và mặt đất nếu có thể. Luôn dành một trong những mặt phẳng gần nhất với các lớp trên cùng để tiếp đất trên bảng nhiều lớp. Chạy các đường nối đất riêng biệt cho các phần quan trọng của mạch trở lại các tụ lọc chính. Điều này được gọi là nối đất trung tâm vì tất cả các đường nối đất đều chạy ra từ một điểm trung tâm. Các mặt phẳng đất riêng biệt giữ cho dòng điện và tiếng ồn của một thành phần không ảnh hưởng đến các thành phần khác.

Bỏ qua tụ điện

Các thành phần tích cực trong mạch tạo ra dòng điện chuyển mạch đáng kể phải luôn được bỏ qua với các tụ điện được bố trí gần nhau để "làm trơn" dấu vết điện đi đến một thiết bị cụ thể. Tụ điện bỏ qua điển hình là 100nF cho mục đích sử dụng chung và tần số trung bình, 10nF hoặc 1nF cho tần số cao hơn và 1uF hoặc 10uF cho tần số thấp. Cũng có thể mắc song song hai hoặc ba tụ điện có giá trị khác nhau để triệt tiêu các tần số khác nhau trong đường dây điện. Bỏ qua thích hợp có một tụ điện duy nhất ở mỗi cổng nhiễu hoặc nguồn cấp cho chip. Không có gì lạ khi một thiết kế lớn có hàng trăm tụ điện bỏ qua. Tụ điện kháng dòng tương đương (ESR) đặc biệt thấp được sử dụng trên các thiết kế quan trọng như bộ nguồn chuyển đổi chế độ nhiễu cao. Với một số lượng lớn các thiết bị gắn kết bề mặt tốc độ cao dày đặc được đóng gói trên một PCB, sẽ có rất ít chỗ cho nhiều tụ điện bỏ qua cần thiết. Thông thường, chúng không thể được đặt đủ gần với chân nguồn của thiết bị để có hiệu quả. Thiết bị Ball Grid Array (BGA) là một trong những thành phần được hưởng lợi từ việc có các tụ điện bỏ qua ở dưới cùng của bo mạch. Người ta thường thiết kế bảng mạch nạp hai mặt với các tụ điện rẽ nhánh được gắn ở mặt sau sao cho tụ điện rẽ nhánh càng gần chân cắm nguồn của thiết bị vật lý càng tốt.

Kỹ thuật thiết kế tần số cao

Thiết kế tần số cao rất quan trọng đối với ảnh hưởng của điện dung, trở kháng và điện cảm ký sinh của bố trí PCB. Chiều dài của dấu vết và tần số của tín hiệu sẽ trở thành một đường truyền với phản xạ và các vấn đề về tính toàn vẹn tín hiệu khác. Đoạn nhạc có "độ dài tới hạn" là đoạn nhạc trong đó thời gian tần số truyền của tín hiệu gần với độ dài của đoạn nhạc tính bằng mm. Trên hầu hết các bảng đồng FR4, một tín hiệu sẽ truyền đi khoảng 6 inch mỗi nano giây. Theo nguyên tắc chung, hãy tránh độ dài đoạn đường gần bằng một nửa hoặc toàn bộ chiều dài của hình này. Tín hiệu sóng vuông kỹ thuật số có nội dung sóng hài đa tần số lớn mở rộng đến vùng GHz. Trong thiết kế tốc độ cao, mặt phẳng mặt đất đóng vai trò quan trọng trong việc giảm lượng khí thải EMI và ngăn dấu vết nhận được tiếng ồn từ các vết khác. Công nghệ mặt đất ghép nối cho phép tạo ra các dấu vết trở kháng được kiểm soát để phù hợp hơn với nguồn điện và tải. Hai cách để tạo các đường "truyền" trở kháng có kiểm soát trên PCB là Microstrip và Stripline.

Microstrip được định nghĩa là một dấu vết trên một lớp, với một mặt phẳng bên dưới hoặc bên trên nó. Việc tính toán trở kháng của Microstrip rất phức tạp. Tuy nhiên, có rất nhiều chương trình phần mềm tốt để tính toán trở kháng một cách chính xác. Trở kháng vết được tính bằng cách sử dụng

chiều rộng (bao gồm sự thay đổi giữa chiều rộng trên cùng và dưới cùng của vết và độ dày của vết), chiều cao trên mặt đất và hằng số điện môi hoặc điện môi tương đối (DK) của vật liệu PCB. Microstrip thường được giữ rất gần với mặt đất và hướng tới lớp trên cùng để hạn chế số lượng và độ sâu.

Stripline tương tự như Microstrip nhưng nó có thêm một mặt phẳng tiếp đất ở phía bên kia của dấu vết. Do đó, dấu vết được bọc trong đất một cách hiệu quả, giống như một chiếc đồng trục, để có được hai mặt đất. Các dải sẽ nằm trên lớp 1-2-3 hoặc thấp hơn. Dấu vết sẽ phải nằm trên mặt phẳng lớp 2 và lớp 1 và lớp 3. Ưu điểm của Stripline so với Microstrip là hầu hết bức xạ EMI sẽ được chứa trong các mặt phẳng trên mặt đất. Phần mềm có thể tính toán tất cả các biến thể của Microstrip và Stripline. Các vias bổ sung được đặt dọc theo các cạnh của vết sẽ làm giảm bức xạ hơn nữa. Đối với các thiết kế tần số cao, giữ cho các rãnh tín hiệu tần số cao càng ngắn càng tốt trong khi không định tuyến bất kỳ dấu vết tín hiệu tần số cao nào qua bất kỳ điểm đứt nào trên mặt đất. Điều này sẽ ngăn chặn những thay đổi trở kháng trong đường trở lại tín hiệu có thể tạo ra các vấn đề về EMI. Thêm các tụ điện tách càng gần mỗi chân nguồn càng tốt bằng cách định tuyến đầu tiên đến tụ điện sau đó đến chân nguồn. Chân nguồn phải là một phần của hoặc gần với mặt phẳng nguồn để giảm trở kháng. Bất kỳ vias nào trong đường tần số cao sẽ thêm các thay đổi trở kháng vào khu vực cụ thể của vết. Để giảm nhiễu và nhiễu xuyên âm ở các vết tần số cao, hãy giảm thiểu khoảng cách giữa các vết và mặt đất và tăng khoảng cách giữa các vết. Các vias nhỏ hơn có trở kháng thấp hơn; Vias khoan sau cũng sẽ làm giảm trở kháng.

Kiểm tra nó ra!

Để biết thêm thông tin về chủ đề này, hãy xem bài đăng trên blog này từ Bay Area Circuits, có tiêu đề "Trở kháng được kiểm soát là gì và nó được đo như thế nào?". Bấm vào đây: bayareacircuits.com/what-is-controlled-impedance-and-how-is-it-measured/

Định tuyến tự động

Có những thiết kế có thể được định tuyến bằng tay và có những thiết kế có thể được định tuyến tự động. Sự phức tạp của thiết kế và số lượng không gian có sẵn thường quyết định lựa chọn nào sẽ là lựa chọn tốt nhất. Định tuyến tự động ra lệnh cho ứng dụng thiết kế PCB định tuyến các tuyến đường một cách tự động. Hầu hết các ứng dụng thiết kế PCB tầm trung đến cao cấp đều có chức năng định tuyến tự động cho phép nhà thiết kế cố gắng định tuyến tự động toàn bộ bảng nếu muốn. Công nghệ và lý thuyết đằng sau thuật toán định tuyến tự động có thể rất phức tạp. Trí tuệ nhân tạo và công nghệ CNTT dựa trên thần kinh là một số công nghệ viết phần mềm tiên tiến được sử dụng.

Các nhà thiết kế mới thường tin rằng các bộ định tuyến tự động là một công cụ giúp các nhà thiết kế PCB tân binh. Trong thực tế, điều ngược lại là đúng! Trong tay của một nhà thiết kế thiếu kinh nghiệm, một bộ định tuyến tự động có thể tạo ra một mớ hỗn độn. Nhưng trong tay của một nhà thiết kế có kinh nghiệm, một bộ định tuyến tự động có thể tạo ra

kết quả xuất sắc nhanh hơn nhiều so với những gì người thiết kế có thể thực hiện được.

Bộ định tuyến tự động là cần thiết khi thiết kế các bo mạch khó, phức tạp với vị trí thành phần dày đặc.

Các bộ phận không quan trọng của bo mạch có thể bao gồm các tín hiệu tần số thấp tới các thành phần như màn hình LED, công tắc và rơ le. Phần mềm bộ định tuyến tự động nâng cao đi kèm với các công cụ có thể lựa chọn cho phép nhà thiết kế chỉ định chính xác cách phần mềm sẽ giải quyết các tuyến đường định tuyến.

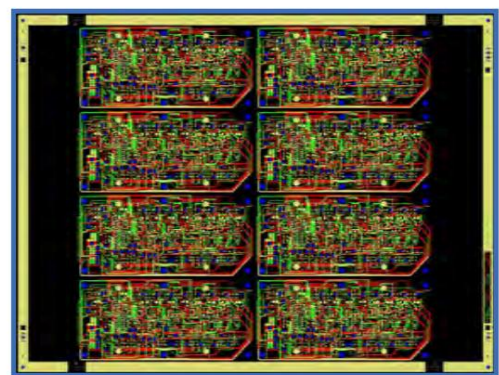
Đôi khi phần mềm định tuyến tự động không thể xử lý bố cục toàn bộ bảng. Tuy nhiên, nếu một bộ định tuyến được phép xử lý một khu vực rất cụ thể, có thể lặp lại trên bảng, một số kết quả xuất sắc có thể đạt được. Thậm chí, có thể tự động định tuyến một kết nối duy nhất, điều này rất hữu ích khi gặp khó khăn trong việc định vị không gian định tuyến trong giai đoạn cuối của bố cục.

Vị trí tự động

Các công cụ định vị tự động có sẵn trong các gói thiết kế PCB mạnh mẽ hơn. Một số tốt hơn những cái khác và đôi khi cần phải thử nghiệm. Đừng dựa vào tính năng đặt tự động để chọn bố cục tối ưu nhất. Có thể mất một vài lần thử để có được bố cục tốt nhất cho việc định tuyến theo dõi. Các công cụ này có một chức năng rất hữu ích ở chỗ chúng cung cấp một cách dễ dàng để đưa các thành phần ban đầu trải rộng trên bảng.

Khử trùng

Khi thiết kế một bảng nhỏ hơn sẽ được lắp ráp tự động bằng máy chọn và đặt, tốt hơn hết là bạn nên có càng nhiều bảng trên một "bảng" hoặc "mảng" càng tốt. Một bảng điều khiển chỉ đơn giản là một PCB lớn chứa nhiều bản sao giống hệt nhau của bảng với các tab có thể tháo rời hoặc ghi điểm được thực hiện bằng định tuyến "rãnh V" có thể được tách ra sau khi lắp ráp. Rãnh ghi điểm V là một dải được định tuyến trên bảng cho phép ai đó dễ dàng "chụp" bảng dọc theo rãnh V. Tab đột phá là một dải bảng nhỏ, có thể dài 75 mils,



Một bảng điều khiển chỉ đơn giản là một PCB lớn chứa nhiều bản sao giống hệt nhau của bảng với các tab có thể tháo rời hoặc ghi điểm được thực hiện bằng định tuyến "rãnh V" có thể được tách ra sau khi lắp ráp.

nổi bằng với bảng hoặc dải được kết nối lớn hơn với các lỗ khoan để giúp quá trình thoát ra ngoài. Tham khảo ý kiến của nhà lắp ráp bảng mạch PCB để xác định kích thước và yêu cầu ngăn tối ưu.

Kiểm tra nó ra!

Làm thế nào để các nhà thiết kế xác định sự phù hợp tối đa tốt nhất cho bảng mạch in ở dạng mảng? Hãy thử sử dụng một máy tính mảng như công cụ trực tuyến miễn phí này từ Bay Area Circuits, Nhấp vào đây: bayareacircuits.com/pcb-array-calculator/
Hoặc cách khác, khi cố gắng xác định có bao nhiêu bảng riêng lẻ sẽ phù hợp với một bảng tiêu chuẩn, hãy thử một cái gì đó giống như công cụ bảng điều khiển này, Nhấp vào đây: bayareacircuits.com/pcb-panelizer-tool/

Dấu Fiducial

Dấu Fiducial là công cụ hỗ trợ căn chỉnh hình ảnh bằng đồng trên PCB. Chúng được sử dụng bởi các camera tự động chọn và đặt để căn chỉnh bảng nhằm xác định vị trí các thành phần. Một bảng điều khiển phải có ít nhất 3 điểm vui vẻ; góc dưới bên trái / bên phải và trên cùng bên trái. Chúng phải cách mép bảng ít nhất 5mm và có thể được gắn trên các dải dụng cụ có thể tháo rời. Dấu fiducial phải là một miếng đệm tròn trên lớp đồng có đường kính 1,5mm. Fiducial không nên được che bằng mặt nạ hàn và do đó sẽ có các bảng hoàn thiện bề mặt. Mặt nạ phải được kéo lại để có khoảng hở ít nhất là 3mm. Trên bảng phải có hai dấu fiducial cục bộ ở các góc đối diện bên cạnh mỗi gói thiết bị gắn trên bề mặt sân nhỏ, chẳng hạn như BGA. Không sử dụng màn hình lựa để đánh dấu fiducial vì chúng không đủ chính xác.

Dải dụng cụ

Dải dụng cụ là các dải bảng trống xung quanh các mặt của bảng có chứa các lỗ dụng cụ khác nhau cần thiết để lắp ráp cũng như các dấu vị trí của fiducial. Cần có các lỗ dụng cụ tiêu chuẩn để lắp ráp tự động; 2,4mm và 3,2mm là hai kích thước lỗ tiêu chuẩn. Bốn lỗ dụng cụ trên mỗi bảng là điển hình (mỗi lỗ ở mỗi góc) với một lỗ được bù đắp bằng một lượng nhỏ để người vận hành không thể lấy bảng sai cách trong máy lắp ráp. Sau khi lắp ráp, các dải dụng cụ được loại bỏ bằng các mẫu đột phá hoặc V Grooves.

Giảm nhiệt

Nếu kết nối vững chắc miếng đệm gắn bề mặt với một vùng đồng lớn, vùng đồng sẽ hoạt động như một tấm tản nhiệt rất hiệu quả. Điều này sẽ dẫn nhiệt ra khỏi miếng đệm trong khi hàn. Điều này có thể khuyến khích các mối hàn khô mà không làm ướt tốt và các vấn đề liên quan đến hàn khác. Trong những tình huống này, hãy sử dụng kết nối giảm nhiệt bao gồm một số (thường là 4) rãnh nhỏ hơn kết nối tấm đệm với mặt phẳng đồng. Các tùy chọn giảm nhiệt có thể được đặt tự động trong nhiều gói.

Hàn

Cần phải xem xét việc hàn khi đặt bảng. Có ba kỹ thuật hàn cơ bản; quay lại tay, sóng và IR. Hàn tay là phương pháp truyền thống, thường được sử dụng cho các nguyên mẫu và chạy sản xuất nhỏ. Hãy cẩn thận để cho phép tiếp cận phù hợp với đầu sắt và thoát nhiệt cho các miếng đệm khi đặt bảng. Hàn sóng là một quy trình cũ hơn được sử dụng để gắn bề mặt và thông qua hàn sản xuất lớn. Nó liên quan đến việc đưa toàn bộ bảng qua bể hàn nóng chảy. Mặt nạ hàn cứng là hoàn toàn cần thiết ở đây để ngăn chặn hiện tượng bắc cầu. Một cân nhắc thiết kế quan trọng là đảm bảo rằng các thành phần nhỏ không nằm trong bóng hàn sóng của các thành phần lớn hơn. Bo mạch truyền qua máy hàn sóng theo một hướng nên sẽ thiếu vết hàn phía sau các linh kiện lớn hơn. Các thiết bị gắn bề mặt được cố định vào bảng bằng chất kết dính trước khi hàn sóng. Hàn tái tạo IR là phương pháp hàn mới nhất và tốt nhất và phù hợp với tất cả các thành phần gắn kết bề mặt. Bảng PCB trống có các miếng đệm được phủ bằng chất hàn bằng cách sử dụng một cây bút chì có các lỗ hở, cho phép lớp keo dày như keo hàn chỉ dính vào miếng đệm. Mỗi thành phần được đặt với một máy chọn và đặt trước khi toàn bộ bo mạch được đưa qua lò hồng ngoại để làm nóng và hàn các thành phần. Keo hàn nóng chảy (chảy lại) trên miếng đệm và thành phần dẫn đến hàn mối nối.

Sản xuất PCB cơ bản

PCB bao gồm một chất nền sợi thủy tinh trắng thường dày .059 đến .062 mils.

Các độ dày phổ biến khác là 31, 40 và 93 mils. Có nhiều loại vật liệu nền PCB, nhưng cho đến nay, phổ biến nhất là vật liệu thủy tinh epoxy đạt tiêu chuẩn được gọi là FR4. Vật liệu này có các đặc tính tiêu chuẩn đã biết, các giá trị điển hình của chúng được thể hiện trong bảng đi kèm. Thông số thường được sử dụng nhất có lẽ là hằng số điện môi. Con số này rất quan trọng để tính toán các thông số đường truyền tốc độ cao và các hiệu ứng khác.

PCB FR4 được tạo thành từ thủy tinh và nhựa. Thủy tinh có hằng số điện môi xấp xỉ 6 và nhựa có hằng số điện môi xấp xỉ 3, vì vậy PCB FR4 thường có thể có xếp hạng DK từ dưới 4 đến gần 5.

Thuộc tính FR4 điển hình:

- Hằng số điện môi: 3,9 đến 4,8
- Sức cố điện môi: 39kV / mm
- Hấp thụ nước: <1,3%
- Hệ số phân tán: 0,022
- Nhiệt độ giãn nở: 16-19 ppm / độ C

LƯU Ý: Các giá trị này thay đổi tùy theo các nhà sản xuất khác nhau; kiểm tra với nhà sản xuất PCB của bạn để biết số liệu chính xác.

Các vật liệu cơ bản kỳ lạ khác như Polyimide, Flex và Teflon cũng có sẵn nhưng chỉ được sử dụng cho các thiết kế đặc biệt yêu cầu vật liệu cơ bản cao cấp hơn vì một lý do cụ thể. Ngoài ra còn có các vật liệu rẻ hơn FR4, như gốc phenolic và CEM-1. Đây là những vật liệu dành cho người yêu thích nhưng cũng được sử dụng trong một số sản phẩm tiêu dùng đại chúng do giá thành rẻ. Chúng không thích hợp để mạ qua lỗ.

Kiểm tra nó ra!

Quan tâm đến việc tìm hiểu những vật liệu nào có thể phù hợp nhất cho dự án PCB tiếp theo của bạn? Thư viện Vật liệu của Bay Area Circuits xác định nhiều tùy chọn commons hơn. Nhấp vào [đây: bayareacircuits.com/material-library/](http://bayareacircuits.com/material-library/)

Hoàn thiện bề mặt

PCB có thể được sản xuất với nhiều loại bề mặt đệm và rãnh khác nhau. Bảng một mặt và hai mặt có chi phí rất thấp mà không có mặt nạ hàn, thường có lớp hoàn thiện cơ bản được tráng bằng chì thiếc. Hãy cẩn thận với những khoảng ngắn tiềm ẩn giữa các đường đua với phương pháp này. Một bo mạch được sản xuất chuyên nghiệp tiêu chuẩn sẽ có mặt nạ hàn trên các rãnh đồng trần (SMOBC) và một lớp hoàn thiện hàn có chì hoặc không có chì trên các tấm đệm và vias được gọi là Hot Air Leveled (HAL). Làm phẳng không khí nóng giúp hầu hết các thành phần gắn trên bề mặt nằm phẳng trên bo mạch. Đối với các thành phần gắn kết bề mặt lớn và quan trọng, lớp hoàn thiện Electroless Nickel Immersion Gold (ENIG) được sử dụng trên các tấm đệm. Lớp hoàn thiện này cung cấp một bề mặt hoàn thiện cực kỳ phẳng cho các thiết bị có độ mịn dày đặc. Mặt nạ hàn có thể lột cũng có sẵn và rất hữu ích để che tạm thời các khu vực trên bảng trong quá trình lắp ráp hoặc phủ bảo vệ.

Kiểm tra nó ra!

Cần trợ giúp để xác định Surface Finish nào tốt nhất cho dự án của bạn? Hãy xem biểu đồ hữu ích này từ Mạch Vùng Vịnh, "Hoàn thiện bề mặt (Đặc điểm và Ứng dụng) cho Bảng mạch in". Bấm vào đây: bayareacircuits.com/wp-content/uploads/2015/07/SurfaceFinishesChart_v2_7-7-15.pdf

Kiểm tra điện thoại

Một PCB được sản xuất có thể được kiểm tra về tính liên tục và chập điện tại thời điểm sản xuất. Điều này được thực hiện bằng máy kiểm tra đầu dò bay tự động hoặc đối với các đơn đặt hàng lớn hơn, máy kiểm tra móng. Điều này xác nhận rằng tính liên tục của các bản nhạc phù hợp với thiết kế hoặc dữ liệu Gerber cung cấp. Nó có thể tốn thêm một chút, nhưng điều này là bắt buộc đối với bảng nhiều lớp. Các lỗi thiết kế hoặc sản xuất trên các lớp bên trong có thể rất khó sửa.

Ngày UL và Đánh dấu mã lồng

Mã ngày đọc chính xác cũng như mã UL và số bộ phận phải được đặt trên bất kỳ lớp đồng bên ngoài nào. Các dấu hiệu khác cũng có thể được bao gồm, chẳng hạn như logo của nhà sản xuất PCB và tem xác minh kiểm tra điện. Nếu bất kỳ điều nào trong số này là không mong muốn, hãy đảm bảo gửi cho nhà sản xuất PCB hướng dẫn thích hợp bên trong bản vẽ chế tạo hoặc nơi khác.

Gửi thiết kế của bạn

Cung cấp tệp gói PCB gốc sẽ đảm bảo rằng những gì được xem trên màn hình được sản xuất và phân phối. Xuất thiết kế ở định dạng ưa thích của nhà sản xuất PCB như Gerber mở rộng hoặc Gerber X2, là những định dạng tệp được công nhận trong ngành được tất cả các nhà sản xuất lớn chấp nhận. Để cung cấp báo giá sản xuất bảng, có nhiều mục khác nhau mà nhà sản xuất sẽ cần ngoài các tệp Gerber. Đây là danh sách kiểm tra cơ bản:

- Mã số với bản sửa đổi của bảng cho phép nhà sản xuất xác định thiết kế mạch.
- Thời gian sản xuất mong muốn, được gọi là "quay vòng", 24 giờ sẽ tốn gấp nhiều lần so với thời gian giao hàng 2 tuần.
- Số lượng ván yêu cầu.
- Độ dày của bảng (.031, .040, .062, .093), .062 là tiêu chuẩn.
- Chất liệu của bảng (FR4, polyimide, flex, Rogers RF, v.v.), FR4 là tiêu chuẩn.
- Số lớp 1,2 hoặc nhiều lớp.
- Hoàn thiện bề mặt (SMOBC, HAL, ENIG, thiếc ngâm, v.v.), SMOBC với HAL

hoặc ENIG là tiêu chuẩn.

- Màu sắc và loại mặt nạ hàn của bạn, Taiyo 4000bn là tiêu chuẩn.
- Màu sắc của dấu hiệu nhận biết sàng lọc lựa, màu trắng là tiêu chuẩn.
- Trọng lượng đồng cuối cùng (1oz, 2oz, v.v.), 1oz là tiêu chuẩn.
- Kiểm tra điện, tiêu chuẩn cho bảng nhiều lớp.
- Dấu vết / khoảng trống trên bảng của bạn.
- Kích thước bảng, tiêu chuẩn quy định trên bản vẽ chế tạo.
- Bo mạch được xếp theo thứ tự hoặc được cung cấp theo định tuyến, được cắt riêng.

Nhiều nhà sản xuất sẽ có các dịch vụ "nguyên mẫu", nơi họ sẽ lắp càng nhiều thiết kế vào một "bảng" tiêu chuẩn càng tốt, tất cả đều có một mức giá cố định. Trong một số trường hợp, chi phí "dụng cụ" sẽ được tính. Đây là chi phí để in ảnh mặt nạ cho bảng, và cũng như thiết lập máy móc. Đây thường là chi phí một lần, vì vậy khi sản xuất lại cùng một thiết kế, phí dụng cụ sẽ được miễn cho các đơn đặt hàng tiếp theo.

Kiểm tra nó ra!

Để biết thêm thông tin về chủ đề này, hãy xem bài đăng trên blog này từ Bay Area Circuits, có tiêu đề "Ưu điểm của định dạng Gerber X2". Nhấp vào đây: bayareacircuits.com/domains-of-the-gerber-x2-format/

Thiết kế tốc độ cao

Một số quy tắc chung và thực tiễn tốt nhất liên quan đến thiết kế tốc độ cao:

- Lập kế hoạch vị trí của từng thành phần và định hướng dựa trên tần suất của các dấu vết.
- Nhận biết về sóng hài của đồng hồ và liệt kê các tần số sóng hài cho mỗi đồng hồ. • Độ dài vòng lặp tín hiệu đồng hồ phải càng nhỏ càng tốt. • Sử dụng bo mạch nhiều lớp với nguồn điện và mặt đất được phân chia riêng biệt khi cần thiết • Tất cả các dấu vết tín hiệu tần số cao phải được ghép nối với mặt đất. • Giữ các lớp tín hiệu càng gần với lớp mặt đất liền kề càng tốt, trong vòng 10 triệu.
- Các mạch trên 25 MHz nên có nhiều mặt đất. • Nguồn điện & mặt đất trên các lớp liền kề; mặt phẳng nguồn nên được đặt lõm xuống so với mép của mặt phẳng một khoảng cách 150 mils để giảm thiểu rò rỉ tiếng ồn.
- Giảm độ chói của tín hiệu đồng hồ bằng cách đặt chúng giữa các mặt phẳng nguồn và mặt đất. • Tránh các dấu vết định tuyến trên các khoảng trống trên mặt đất hoặc mặt phẳng nguồn. • Kết thúc một điện trở 33 đến 100 ohms với đầu ra của trình điều khiển đồng hồ để làm chậm thời gian tăng / giảm của chúng và để giảm dao động.
- Đồng hồ định tuyến và mạch tần số cao càng xa khu vực đầu vào / đầu ra càng tốt.
- Trên PCB được kiểm soát trở kháng, không định tuyến tín hiệu từ lớp này sang lớp khác trừ khi cần thiết.
- Tất cả các dấu vết có độ dài tính bằng inch bằng hoặc lớn hơn thời gian tăng / giảm tín hiệu tính bằng nano giây, phải có điện trở đầu cuối nối tiếp từ 33 đến 100 ohm. • Mô phỏng tất cả các lưới có chiều dài tính bằng inch bằng hoặc lớn hơn tín hiệu thời gian tăng / giảm (tính bằng ns).
- Kết nối đất logic với thùng máy bằng kết nối trở kháng rất thấp ở khu vực đầu ra đầu vào.
- Cung cấp thêm mặt đất cho khung ở đồng hồ hoặc chip dao động. • Bo mạch con phải được nối đất đúng cách với bo mạch chủ và / hoặc khung máy. Không sử dụng chân nối đất trên các đầu nối.
- Các sản phẩm trong hộp nhựa sẽ cần được che chắn bằng một mặt phẳng kim loại nối đất bổ sung. • Đảm bảo tiếp đất tốt cho tất cả các tấm tản nhiệt và khung máy.

Bản tóm tắt

Bây giờ, bạn có thể nhận ra rằng có rất nhiều khía cạnh cần xem xét khi thiết kế một bảng mạch in. Thông thường, không có một cách duy nhất để thực hiện mọi việc nhưng nhận thức được các phương pháp hay nhất được sử dụng bởi các nhà thiết kế có kinh nghiệm sẽ giúp đảm bảo dự án thiết kế PCB tiếp theo của bạn thành công. Chúng tôi hy vọng bạn thấy phần Giới thiệu về Hướng dẫn thiết kế bảng mạch in này có nhiều thông tin và khuyến khích bạn gửi câu hỏi và phản hồi cho chúng tôi tới: support@bacircuits.com.

Chúc bạn thiết kế vui vẻ!

Tìm hiểu thêm

Để tìm hiểu thêm về Mạch Vùng Vành và các dịch vụ thiết kế, sản xuất và lắp ráp PCB của chúng tôi, vui lòng truy cập bayareacircuits.com hoặc gọi cho chúng tôi theo số 855-811-1975.



www.bayareacircuits.com

Need Answers?
support@bacircuits.com

855-811-1975 (toll free)
510-933-9000 (local)

44358 Old Warm Springs Blvd
Fremont, CA 94538