

次世代半導体製造向けの極微細穴あけ加工を実現

物性研究所 LASOR 小林 洋平

近年 EUV 露光プロセスが確立してきているが、日本の半導体製造は 40 nm のプロセスルールで止まっていた。そのような状況の中、昨今の経済安全保障の問題で日本でも先端半導体を作れる体制にしたいとの思惑から、熊本に台湾 TSMC とソニー、デンソーが出資する JASM が 20 nm 台のプロセスルールの半導体工場を建設中である。さらに、シングル nm の最先端半導体の製造プロセスを実現するために、2022 年 8 月に Rapidus 株式会社が設立された。Rapidus には 700 億円の国の投資が行われていたが、この 4 月には経産省が新たに 2600 億円の投資をすると発表している。加えて、2022 年 12 月に LSTC という技術研究組合が発足した。これは最先端半導体技術の研究開発を行う組織である。このように、今日本では最先端半導体技術をキャッチアップして EUV 露光による半導体製造を行うべく体制を構築しつつある。

上記はいわゆる半導体前工程についての状況であるが、半導体製造には後工程もある。大きく分けると露光までが前工程、パッケージングが後工程である。前工程でシリコンチップができると、それを回路基板に実装する必要がある。ムーアの法則で年々前工程の微細化が進み、現在は 3 nm プロセスにまで到達しているが、前工程の微細化が進むにつれて、後工程の微細化も求められている。チップの微細化が進めばチップに配置された電極の数が増加し、電極間の距離がどんどん短くなるため、通常のプリント回路基板(PCB)では受けきれない。そのため、チップと PCB との間にビルドアップ基板と呼ばれる中間的な基板を配置する必要がある。

この模式図を図 1 に示す。この研究は半導体チップと PCB とをつなぐビルドアップ基板の微細加工に関するものである。ビルドアップ基板の絶縁層には無機フィラーが入っている樹脂のフィルムが使われており、味の素株式会社が開発した味の素ビルドアップフィルム(ABF)が世界で大きなシェアを持っている。特に、PC においては 100% のシェアである。皆さんが今使っている PC のチップの下には必ず味の素のフィルムが実装されているのである。日本の企業は材料に強いことを示す象徴的な事案であろう。図 1 にあるように、ビルドアップ基板は多層になっており、

微細なチップの電極を PCB につなぐ役割を持つ。この配線をするには、層間を繋ぐために微細な穴あけが必要となる。現在はこの穴径は 40~50 μm であり、レーザー加工であけられている。用いられているレーザーは炭酸ガスレーザーであり、このためのレーザー加工機は三菱電機が大きなシェアを持つ。皆さんのスマホの基板も大部分は三菱の加工機で穴あけがなされている。今後の穴径微細化に関しては、炭酸ガスレーザーは波長が 10 μm であるため、これ以上の微細化は難しい。一方で今後の半導体実装には、インテルのロードマップでも表記されているが、10 μm 以下の微細穴あけが必要とされている。

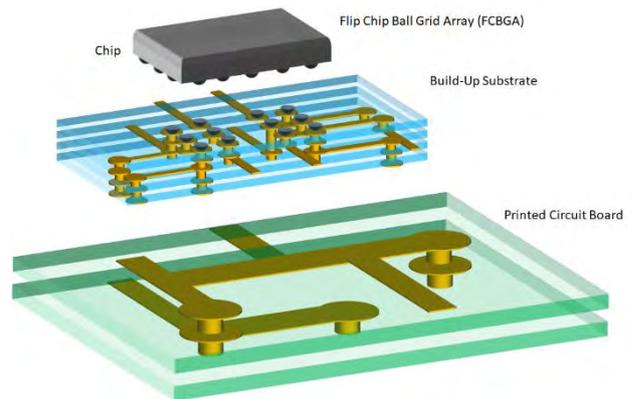


図 1：先端半導体パッケージの模式図

本研究開発は、次世代のビルドアップ基板の微細穴あけに成功したというものである。微細穴あけには短波長のレーザーが必要となる。NEDO「高輝度高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクトにおいて、スペクトロニクス株式会社は波長 266 nm、パルス幅 15 ps 程度の大出力レーザーを開発した。これを三菱電機の加工機に実装した装置が東京大学柏 II キャンパスに設置されており、TACMI コンソーシアムの加工プラットフォームとして運営されている。波長 266 nm で出力は 50 W を誇り、他に比べて一桁程度の高出力化を実現している。

微細な穴あけをするには材料も工夫をする必要がある。上述の味の素には微細加工に適した ABF を提供していただいた。

