ハイブリッド基板の切断技術

Cutting Technology of Substrate for Hybrid-IC

星 正志*

このところ、半導体部品の製造が活発になってきたように思う。ハイブリッド IC 産業も同様に市場が拡大しつつある。

従来、ハイブリッド IC 基板は、基板製造工程の中であらかじめ分離するためのスナップラインを入れて組立後に個々の部品にしていた。しかし、今では厚膜ハイブリッド基板にしても薄膜ハイブリッド基板にしても、製法技術の進歩により高集積化された基板が多く見られるようになった。

したがって、1 枚の基板上に、数百個取りのパターン付がしてあるものもでてきた。

基板の厚さもいろいろで、薄い基板は 0.03mm ぐらいから厚いものでは多層基板関係で 5 mm 以上の製品もあるようだ。

最近では大型サイズの基板、長尺基板、多数ピンパッケージ基板など種類も数多くなっている。

ハイブリッド基板切断も同様に、製品形状に合わせて切断機も選ばなければならない。

一般には、薄膜ハイブリッド基板切断はダイシングマシンで切断の方が望ましい。高速回転で切断するためダイヤモンドブレードは薄いものが使用できる。当然切断の溝幅も狭くてすむ。だが、切断できる基板の厚さに限度がある。切断精度も基板のアルミナ純度、硬さによってもバラツキがあるように思う。

前後するが、従来ハイブリッド基板加工はレーザースクライブが主だった。だが、製品精度の要求により加工方法も変ってきた。

14～5 年前、IC 基板を切断するのに、今後、レーザースクライブでいくべきか、ダイシングマシンでいくべき

かと大論争したことがある。お互いにゆずらなかった。しかし、メリット、デメリットがはっきりし、今では超 LSI まだがダイシングマシンで加工するようになった。

超微細加工技術が進むにつれて、ハイブリッド IC 基板もどこまで小型化され、どこまで精度があげられるかが今後の課題のようだ。ハイブリッド IC 基板も今後ダイシングマシンなどで切断する製品が増えてくることは確かである。

1. 切断方法

1.1 完全切断

切断する基板の純度、硬さ、厚さ、基板の大きさなどにより切断機の機種選択が必要である。

ハイブリッド IC 基板の純度もアルミナ 90% ぐらいから 99.6% ぐらいまであり、その中でも数種類に分けられている。比較的切断しやすいのは 90% 前後である。しかし、裏面に金メッキがしてある製品などは、切断された両端のチッピング、クラックが発生しやすい。金メッキもめくれてしまうことが多い。

そこで、ダミーガラスに接着して切断する方法がよいと思う。接着に使用するワックスもいろいろあるが、軟らかい接着ワックスではやはり裏面の欠け、金メッキのめくれが多い。ダミーガラスと基板をできるだけ密着させ、接着ワックスも硬い方がチッピング、欠け、金メッキのめくれも少なくダイヤモンドブレードにもよいようだ (Fig. 1)。

接着する際、ワックスを均一にし、できるだけ薄くする。気泡があるとその部分が、前に示したように、チッピング、欠け、金メッキのめくれが発生する。切断の深さも重要な条件の一つである。

切断の深さが浅かった場合、Fig. 2 のような製品ができ

*Masashi HOSHI

東京電子工業/TOKYO DENSHI Co., Ltd.

Fig. 1 Full Cut Dicing

てしまう。

ハイブリッド基板の切断は、ダイヤモンドブレードが磨耗しながら切断していくのでダイヤモンドブレードの厚さは必ずダミーガラスまで切り込んでおくことが必要である。磨耗した分は常に補正する（Fig. 3）。

ダイヤモンドブレードの磨耗も均一にはいかない。もちろんアルミナ純度にもよるが、基板製造メーカーによっても多少違いがあるようだ。同じ仕様が磨耗テストをして見るとよく分かる。

1.2 ハーフ切断

ハイブリッド基板のハーフ切断は、ダイヤモンドブレードで加工するのは難しいように思う。ダイヤモンドブレードの磨耗が激しく切り残し量を一定にすることができないからだ。機械的に補正は可能だがダイヤモンドブレードの磨耗が一定しないかぎり無理である。

ハーフ切断で個々に分離する場合、レーザースクライブの方が安定していると思う。ただし、レーザースクライブで加工した場合、熱容断による内部への熱歪みによって起こる機能特性変化も考えておく必要がある。

それと、レーザースクライブの問題点がある。熱容断のため溶けたアルミナが基板上に付着することがある。洗浄で取れるものならよいが取れない場合が多い。またレーザで完全切断した場合も、裏面に溶断による盛り上がりができる可能性がある。

したがって、完全切断かハーフ切断かは製品によって区別する必要がある。

1.3 粘着テープ切断

基板を粘着テープに貼り、テープをリングで固定し切断する方法であるが、完全切断用のテープはまだないようである。やはり、ダイヤモンドブレードの磨耗が激しいためだと思われる。粘着テープは、すでにシリコンウェハの切断にはほとんど使用されている。また、粘着テープにもいろいろあるが、切断後紫外線照射により接着力を低下させて簡単に取ることでできるテープもある。ハイブリッド基板切断には、今のところ、テープの厚さが0.3mm 位必要であるように思う。

Fig. 2 Example of Missed Cutting

Fig. 3 Full Cut Dicing

今後、ダイヤモンドブレードの開発により可能になることを期待している。

2. 加工条件

どんな材料を切断するにしても、加工条件が一つでも合わないとうまく切断できない。刃物でも砥粒でも必ず切削油、切削液、切削水などのいずれかを使用しないと切断加工ができない。ダイヤモンドブレードで切断する場合特に重要な条件である。切削水のかける位置によって切れ味が変り、当然ブレードの磨耗もまったく違ってしまう。

私は以前から切削水7、刃物3の比率での切断を考えている。もちろん機械の性能が先決だが、切削水のかける位置、切削水の量、切削水の圧力、この三つのことが切断条件の中で一番大事な要素だと思っている。

ハイブリッド基板の切断には、純水切削水を使用して切断の方が後工程への流れがよさそうだ。もし、その他の切削水などで切断した場合、例えば市水で切断したとしたり、集積化された金属への影響が考えられる。市水切断によって金属が酸化し、後工程でいろいろな薬品処理が必要になってくる。もちろん純水で切断しても何

Fig. 4 Position of Coolant Nozzle

らかの洗浄方法で処理が必要である。

2.1 切削水の位置

切削水のかける位置は、ダイヤモンドブレードの磨耗と切れ味に大きく影響する。切削水ノズルの位置、水量、水圧が合わなかった場合最悪の条件になってしまう。たとえハイブリッド基板切断用に作ったダイヤモンドブレードでもスピンドルに負荷がかかり、ダイヤモンドブレードは発熱して破損してしまう。そこで、水量、水圧を十分に供給する必要がある。

できれば切削水の温度も一定にした方がよい。また、切削水の位置は切断する基板上ではなく、ダイヤモンドブレードと基板の間に巻き込むような位置が望ましい（Fig. 4）。

ハイブリッド基板切断は、シリコンウェハの切断と違い切断時の磨擦抵抗が大きいので、ダイヤモンドブレードはできるだけ磨擦抵抗の少ないものを使うようにした方が切削性がよく磨耗も少ない。

3. ダイヤモンドブレードの選択

3.1 集中度（ダイヤモンドの量）

上滑り現象

私は切れないダイヤモンドブレードのことを「上滑りのするブレード」と呼んでいる。皆さんも自動車で氷の上を走ったことがあると思うが、その際一般的にタイヤチェーンかスパイクタイヤを取り付けて走る。しかし、ノーマルタイヤで走ったらどうだろうか。おそらく前に進まず右に左にと方向が定まらない。

高低差30度位の坂道が凍結しているとしよう。新しいタイヤにスパイクピン（細いピン、太いピン）を打って登るとしたらどうするか。数十本にするか、それともできるだけ数多く打つ方がよいかと迷うと思う。スパイクピンが少なくても滑って登らない。反対に多すぎても滑ってしまう。やはり適正本数でなければ登ることはできない。

ダイヤモンドブレードの切れ味も同様である。切断する材料の硬度などに合わせて集中度を考える必要がある。

3.2 粒度（ダイヤモンドの大きさ）

粒度と集中度は決して切り離すことのできない要因がある。ダイヤモンド粒度が細かすぎても切れないし、ダイヤモンドの量を多くしすぎても切れない。粒度と集中度、両方がうまく合ったブレードがよい切れ味となる。現在、ハイブリッド基板切断用ダイヤモンドブレードは完全に合ったというものはない。

多少不満足ではあるが、生産におわれてやむなく使用しているというのが現状である。

3.3 ボンド（ダイヤモンド保持材）

ダイヤモンドブレードの製法にはメタルボンド製法、レジンボンド製法、メッキ製法の三つがありそれぞれに特徴がある。

ハイブリッド基板切断にはレジンボンド製法が適していると思う。ハイブリッド基板は、アルミナを主としているため硬度もかなり高い。レジンボンドブレードは切断しながら少しずつ磨耗し、常に新しい砥粒を出してくる。そのために切断時に起きる目づまりがなく切削性がよい。しかし、問題は磨耗であるが逆に磨耗するから切れるのであり多少の我慢は必要であると思う。レジンブレードの特徴は発熱が少ないということである。なぜなら、発熱する前に脱粒してしまうからだ。もう一つの特徴は、メタルボンド製法に比べダイヤモンドの粒度を一段階粗くしても切断面が同じ程度ということである。

メタルボンドは発熱しやすく膨脹もするので側面抵抗も大きい。また、切断に必要な切り屑の逃げ道（ダスト・ポケット）ができにくいいため切断目づまりが起きる。そのため、裏面側にチッピング、欠けなどが発生する率も高い。

もう一つの製法、メッキ技術によるブレードだが、現在ハイブリッド基板切断にはあまり使用されていない。

しかし、今後ハイブリッドIC基板もシリコンを使用したLSI並の設計が可能になれば必ず必要になる製法であることは間違いない。

以上、述べた点から見ても、現在のハイブリッド基板切断にはレジンボンドブレードが最適であるといえる。

4. 切断精度

最近ハイブリッド基板も大型になってきた。アルミナ基板の製造技術と加工技術の進歩により基板の厚さ精度もよくなった。したがって、切断工程においても分離された個々の寸法精度が要求されるようになってきた。

しかし、ハイブリッド基板切断の場合、切断条件が非

Fig. 5 Cutting Machine Ca, 1957

Fig. 6 Dicing Machine Ca, 1959

Fig. 7 Slicing Machine

Fig. 8 High Speed Slicing Machine

Fig. 9 Dicing Machine

Fig. 10 Micro Forming Machine

常に多い。同じ純度の基板でも製造メーカーによって多少違う。膜付け工程による素性変化、熱処理等いろいろあるようだ。

そこで、切断用のダイヤモンドブレードもハイブリッド基板の厚さ、純度等により刃厚を変える必要がある。

生産性をあげるためには切断速度を早くしたいが、そのために蛇行、裏面のチッピング、欠けが発生する。したがって、切断精度が必要な製品には条件出しを十分に検討したい。

5. 切断機の種類

ハイブリッド基板加工技術は奥深く、加工する製品精度によって各種の切断機械の中から選びたい。

5.1 ダイシングマシン

薄膜ハイブリッド基板等の切断に適している。ダイヤモンドブレードを高速で回転させるため刃厚の薄いものが使用でき、切断溝幅が少なくすむ。切断速度もかなり速い。本体に取りつけてある顕微鏡により、切断位置を正確に合わせられるため切断精度もよい。

最近では、サーマルヘッド基板なども高精度の平行断面が必要になり、ダイヤモンドブレードで加工するようになってきた。また長尺基板の切断には切断方向に対して高精度が必要になってくる。このような製品に対応したマイクロフォーミングマシンなどもある。

5.2 スライシングマシン

従来からある切断機で用途が広い。

多層膜基板切断、厚膜ハイブリッド基板切断、多数ピンパッケージ切断等、基板の厚いものの加工ができる。切断精度もかなりよい。切断面もダイヤモンドブレードの選択によりダイシングマシンによる切断と変わらない。切断部の位置合せには投影機または顕微鏡を使用し、外部の位置合せ装置で行った後切断する。

この機械の大きな特徴はマルチ切断ができるということである。製品寸法に合わせてブレードとスパーサーの組み合せにより一度に何本もの切断ができる。

いろいろな組合せにより多目的応用ができる切断機といえる。

以上、ハイブリッド基板切断技術について述べてまいりましたが、厚膜ハイブリッド IC、薄膜ハイブリッド IC ともに製造技術の進歩が早く、切断技術がついて行けない状態である。

切断技術は製品精度に適した切断機を選び、それにダイヤモンドブレードを取りつけて行う。単純な作業ではあるが条件が大変難しい。最近では客先の要求が厳しく品質、納期に対しては絶対条件のようだ。

今後、ハイブリッド基板の切断が増えてくることは目に見えている。われわれも製造技術に追われないよう切断技術に全力をあげてがんばっていききたい。

最後に、国産初の切断機とダイシングマシンの写真、および現在使用されている切断機の紹介をして終りにさせていただきます。