반도체 웨이퍼를 위한 새로운 다이싱 방법

차 영 엽† · 최 범 식*

(2002년 9월 9일 접수, 2003년 6월 11일 심사완료)

A New Dicing Method for Semiconductor Wafer

Young-Youp Cha and Bum-Sick Choi

Key Words: Scribing Machine(스크라이빙 머신), Wafer Dicing(웨이퍼 다이싱), Semiconductor Wafer(반도체 웨이퍼)

Abstract

The general dicing process cuts a semiconductor wafer to lengthwise and crosswise direction by using a rotating circular diamond blade. But products with inferior quality are produced under the influence of several parameters in dicing process such as blade, wafer, cutting water and cutting conditions. Moreover we can not apply this dicing method to GaN wafer, because the GaN wafer is harder than the other wafer such as SiO2, GaAs, GaAsP, and AlGaAs. In order to overcome this problem, development of a new dicing process and determination of dicing parameters are necessary. This paper describes a new wafer dicing method using fixed diamond scriber and precision servo mechanism and determination of several parameters - scribing depth, scribing force, scriber inclined angle, scribing speed, and factor for scriber replacement - for a new dicing machine using scriber.

1. 서 론

산업체 전반에 걸쳐서 중요한 위치를 차지하고 있는 전자 산업에 있어, 반도체가 쓰이지 않는 분야가 거의 없다. 요즘, 여러 반도체 관련 기업들은 더욱 발전된 반도체 소자를 만들기 위하여 노력하고 있다. 이러한 반도체 소자용 재료로는 SiO2(실리콘)를 소재로 한 일반 IC 칩용 반도체, 그리고 GaAs(갈륨비소), GaAsP(갈륨비소인), AlGaAs(알루미늄갈륨비소) 등을 소재로 한 범용 LED와 적외선 LED용 화합물 반도체가 있다.

이러한 반도체 재료들 중에서 최근 들어 많이 언급되고 있는 소자가 바로 청색 LED용 웨이퍼(wafer) 재료인 GaN(질화 갈륨; 인조 사파이어)이다. GaN은 청색 LED (light emitted diode)와 LD(laser diode) 소자 분야에서 최근 사용되기 시작한 웨이퍼 재료로써, 기술발전이 매우 급속하게 진행되고 있는 첨단재료에 속한다. 특히 청색 LED 는 최근에 상품화되어 옥외광고판 시장을 중심으로 빠르게 신장되고 있다. 또한 LD 소자에 대한 기술개발은 CD 와 DVD 산업에 그 활용 가치가 크기 때문에 오디오, 비디오, 그리고 컴퓨터를 통합하는 21 세기 멀티미디어 산업에서 소자 기술 개발경쟁이 치열한 분야이다.

다른 한편으로 반도체 웨이퍼의 다이싱(dicing) 공정은 패터닝(patterning)된 한 웨이퍼에서 다수의 칩(chip)들을 절단해서 개개의 칩으로 분리해 내는 것을 말한다.[1] 이와 같은 웨이퍼의 다이싱 공정은 다이아몬드 입자가 박힌 얇은 회전 블레이드(blade)를 웨이퍼에 이송하여 절단하는 방법,[2~6] 레이저를 이용한 절단 방법[7~9]이 반도체 웨이퍼 다이싱 기술로 가장 일반화되어 있다. 그 외에도 거의 사용되지는 않지만 Photo-lithography[10]나 Plasma etching[11] 방법이 있다. 또한 최근에 개발된 방법으로 고정된 스크라이버에

† 책임저자, 회원, 원광대학교 기계공학부
E-mail : ggypcha@wonkwang.ac.kr
TEL : (063)850-6693 FAX : (063)850-6691
* 원광대학교 대학원 기계공학부

웨이퍼를 이송시켜 스크라이빙하고 브레이킹하는 방법이 있다.[12]

아직 국내에서는 스크라이버를 이용한 다이싱 기술은 물론하고, 다이아몬드 입자가 박힌 얇은 회전 블레이드를 웨이퍼에 이송하여 절단하는 일반적인 반도체 칩 다이싱 시스템조차 개발되어 있지 않아 수입에 의존하고 있다. 또한 다이싱에 관련된 수입 장비도 대부분 회전 블레이드를 이용한 다이싱 방식이므로 수율, 정밀도 그리고 가공속도가 떨어지고 가공 유연성이 부족한 실정이다. 또한, 회전 블레이드를 이용한 다이싱은 GaN와 같은 경도가 큰 웨이퍼의 다이싱이 불가능하고 칩 발생에 따른 정밀도와 환경오염 등의 문제점들로 인해서 차세대 기술인 스크라이버 다이싱 기술로 대체 될 것으로 보인다. 본 실험실에서 최근에 개발한 스크라이버를 이용한 다이싱 기술[12,13]은 현재 미국과 일본에서만 최근에 개발된 상태이고, 아직 성능 면에서 수정할 부분이 많으며, 관련된 연구결과도 아직 발표되지 않고 있다.

본 연구는 경도가 높아서 인조 사파이어로 불리는 질화 갈륨(GaN)계의 화합물 반도체를 소재로 한 웨이퍼의 다이싱을 위하여 고정된 다이아몬드 스크라이버에 웨이퍼를 가로와 세로 방향으로 이송시켜 스크라이빙하는 새로운 개념의 웨이퍼 다이싱을 위한 스크라이빙 머신과 스크라이빙에서 결정되어야 하는 최적의 파라메터를 얻는 것이 목적이다. 스크라이빙 머신에서 결정되어야 하는 파라메터에는 스크라이빙 깊이, 속도, 스크라이버의 기울어진 각도, 하중, 스크라이버의 교체시기 판단 인자 등 많은 것들이 있다.

이와 같은 새로운 개념의 다이싱 방법과 각각의 웨이퍼 재료에 따른 최적 파라메터 결정에 의한 스크라이빙 머신은 웨이퍼의 경도문제로 기존의 회전 블레이드를 이용한 다이싱에서는 불가능한 GaN 소재 웨이퍼의 다이싱이 가능하고, 뿐만 아니라 절단부 폭 감소에 따른 단위 웨이퍼당 칩의 집적화, 생산성 향상, 절삭제 불필요, 환경보존 등 여러 면에서 장점이 있다. 그 결과로 여러 가지 재료의 웨이퍼에서 안정되고 균일한 성능을 가진 반도체 칩 제품을 생산할 수 있고, 작업 라인의 생산 주기를 단축할 수 있는 것은 물론, 제품의 불량률을 확실히 저감시킬 수 있을 것이다.

2. 기존의 웨이퍼 다이싱 방법

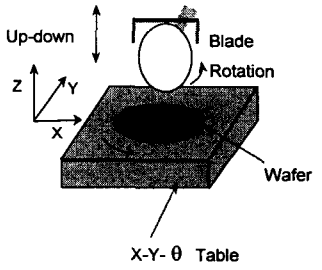


Fig. 1 Moving axes of dicing machine using rotary circular diamond blade

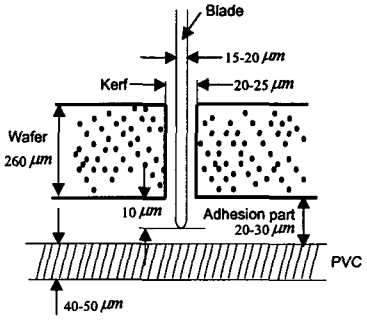


Fig. 2 Wafer and blade at dicing state

웨이퍼의 다이싱 방법 중에서 일반적으로 사용하고있는 다이아몬드 입자가 박힌 얇은 회전 블레이드를 이용한 다이싱 방법은 블레이드를 고속으로 회전시켜서 웨이퍼를 절단하여 개개의 칩으로 만든다. 이때 고속으로 회전하는 다이싱 블레이드의 아래에는 웨이퍼를 장착한 정밀 XYθ -스테이지가 있어서 웨이퍼를 각 방향으로 정확히 움직이고, 회전하는 블레이드를 Z-방향으로 일정한 깊이만큼 웨이퍼에 닿게 하여 절단하게 된다. 이때 웨이퍼와 다이싱 블레이드 사이에 절삭유제를 공급한다.[2] Fig. 1은 다이아몬드 입자가 부착된 회전 블레이드를 사용하는 기존의 다이싱 머신의 개략도를 나타낸다. 웨이퍼 다이싱 과정은 XY θ-테이블 위에 장착된 척 테이블(chuck table)에 다이싱 할 웨이퍼를 올려놓고, Z축 방향으로 상하 이동하고 Y축 방향의 고속 스핀들 축에 다이아몬드 입자가 날 끝에 박힌 얇은 블레이드를 회전시키고, XY-테이블을 X축 방향으로 이송시키면서 다이싱이 이루어진다. 한 Line의 절단이

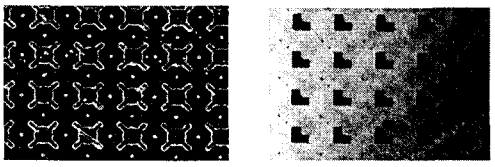
끝나면 다음 Line의 절단을 위해 회전 블레이드는 Z축 방향으로 상향 이동하고, 웨이퍼는 칩의 간격만큼 Y축 방향으로 이동한다. 그리고 X축이 리턴(return)한 후, 회전 블레이드의 Z축이 하향 이동하고, 테이블이 X축 방향으로 이동하면서 다음 Line이 다이싱 된다. 이러한 과정을 반복하면서 웨이퍼를 절단한다.

Fig. 2는 범용 LED용 갈륨비소(GaAs)를 소재로 한 웨이퍼의 다이싱 경우에 웨이퍼와 블레이드의 관계를 도식적으로 보여준다. 이러한 웨이퍼 다이싱에서는 일반적으로 블레이드 표면에 다이아몬드 입자가 박힌 것을 사용하고, 블레이드 두께는 15~20㎛, 외경은 50mm, 회전속도는 30,000rpm이다. 그리고 웨이퍼 두께는 약 260㎛이고, 다이싱 된 웨이퍼의 폭은 블레이드의 두께보다 약간 커지는데, 이 폭을 Kerf라 하고 20~25㎛ 정도가 된다. 웨이퍼를 고정시키는 테이프(PVC)의 두께는 40~50㎛이다. 테이프와 웨이퍼 사이에는 접착부가 있고, 이 두께는 20~30㎛이다. 다이싱 과정에서 블레이드는 웨이퍼를 통과해서 접착부를 약 10㎛만큼 더 들어간다. 일반적으로 다이싱 작업 후 생성되는 칩은 여러 가지가 있지만, 보통 가로 0.25mm, 세로 0.25mm, 높이 0.26mm의 크기를 갖는다. 그리고 회전하는 블레이드는 블레이드 헤드의 스핀들에 장착되어 Z축 방향으로 상하 이동한다. 웨이퍼를 진공척으로 고정하는 척 테이블이 장착된 XY θ-테이블의 X 방향은 블레이드 면과 평행하고, 이송속도는 15~17 mm/sec이다.

그러나 이와 같은 다이싱 방법은 테이블의 느린 이송속도와 블레이드의 빈번한 교체에 따른 생산성 저하, 블레이드에 붙어있는 다이아몬드 입자의 과다탈락에 의한 웨이퍼의 열 발생과 부하증가에 따른 칩 불량발생, 웨이퍼 결정방향과 다이싱 방향의 불일치에 따른 칩 파괴와 크랙발생, 수평방향 다이싱이 끝나고 수직방향 다이싱에서의 칩핑발생,[3,4] 다이싱에서 필연적으로 발생하는 블레이드와 웨이퍼 절삭분말의 처리와 환경오염 문제가 심각하다. 더욱이 회전 블레이드를 이용한 다이싱 방법은 SiO2를 소재로 한 일반 IC 칩용 웨이퍼, 그리고 GaAs, GaAsP, AlGaAs를 소재로 한 범용 LED와 적외선 LED용 화합물 반도체의 다이싱에서는 별 문제가 없으나, 상대적으로 경도가 높은, 인조 사파이어로 불리우는, GaN을 소재로 한 청색 LED용 웨이퍼는 피삭재의 경도문제 때문에 다이싱이 불가능하다. Fig. 3은 LED용 GaAs 와 GaN 소재의 웨이퍼 확대사진을 보여주고 있다.

다른 한편으로 레이저를 이용한 다이싱 방법은 출력이 높은 CO2, Nd:YAG, 엑시머(Excimer) 레이저 등을 이용하여 비접촉으로 웨이퍼를 절단한다.[7] 이 방법은 진동문제가 없고, 재료손실이 적으며, 속도가 빠르나, 원하는 깊이로 절삭하기 위해서는 레이저 파워가 정확할 필요가 있고, 부가의 레이저 광학계가 필요하다. 또 열에 의한 잔류 응력과 변형이 생길 수 있으며, 레이저 헤드에 부가의 냉각시스템이 필요하다. 또한 가공 정밀도가 레이저 초점의 크기 및 레이저 품질에 의해 좌우되어 장비의 가격이 고가로 되고 제어가 복잡한 단점이 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 보완하고, 특히 경도가 높은 GaN를 소재로 한 웨이퍼의 다이싱을 위하여 고정된 나이프, 즉 스크라이버에 웨이퍼를 정밀 이송시켜 각 칩을 만들어내는 새로운 개념의 반도체 웨이퍼용 스크라이빙 머신 제작에 따른, 각 재료의 웨이퍼 스크라이빙에서 필요한 최적의 파라메터를 실험에 의해서 결정한다.



(a) GaAs wafer (b) GaN wafer

Fig. 3 Photograph of wafers for LED(1.5× 1.2mm)

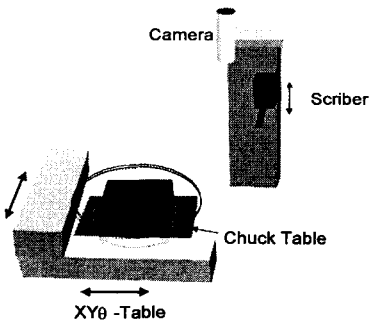


Fig. 4 Layout of scribing machine

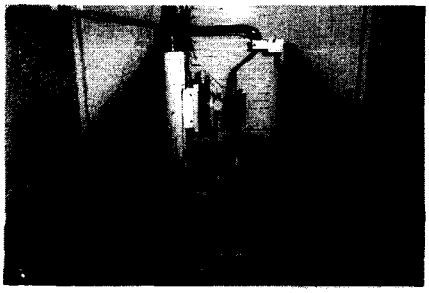


Fig. 5 Photograph of developed scribing machine

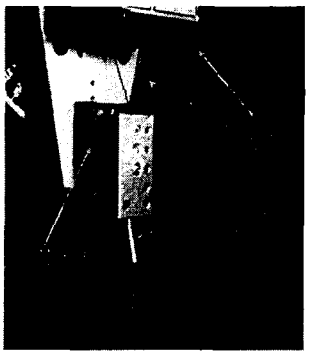


Fig. 6 Scriber part

3. 스크라이빙 머신

새로운 개념의 웨이퍼 다이싱을 위한 스크라이빙 머신에서 요구되는 최소한의 기능을 포함하고 요구되는 축 수를 최적화하기 위해서, 웨이퍼를 장착한 척 테이블의 XY-방향 이동과 θ -방향 회전이 필요하고, 스크라이버의 Z-방향 이동이 필요하다. 각각의 이동 기구의 중복과 간섭 그리고 행정을 고려하여 배치하면 축의 수를 늘이지 않고 최적의 스크라이빙 장비 구성이 가능하다. 이에 따른 스크라이빙 머신의 최적 구성을 위하여 Fig. 4에서 보는 것처럼 4축으로 구성하였다. 아래에는 3축으로 구성된 XYθ -테이블에 척(Chuck) 테이블을 장착하고, 그 위에 웨이퍼를 진공으로 고정하도록 하였다. 또한 웨이퍼의 스크라이빙 위치를 카메라로 인식한 후, 나머지 1축인 Z축 방향으로 이동하는 다이아몬드 스크라이버를 이용하여 XYθ -테이블과 함께 가로· 세로방향으로 스크라이빙 하도록 하였다. Fig. 5는 이와 같이 구성된 스크라이빙 머신을 보여주고 있다.

개발된 스크라이빙 머신의 사양은 다음과 같다. 먼저 웨이퍼의 스크라이빙을 위한 수평이송과 칩 간격만큼의 이동을 위한 X와 Y-테이블의 이동범위는 각각 150mm이고, 각 축의 분해능은 1㎛이다. 그리고 스크라이빙을 위한 Y축 이송속도는 1~400mm/sec 까지 조절이 가능하다. 또한 웨이퍼와 스크라이버의 정렬을 위한 θ -테이블의 회전각도는 ± 180° 이고, 분해능은 0.001° 이다. 스크라이버의 상하 이송을 위한 Z-테이블의 이동범위는 100mm이고, 분해능은 1㎛이다. 웨이퍼의 정렬과 외곽인식을 위한 CCD 카메라의 FOV(Field of View)는 1mm× 1mm가 되도록 광학계를 제작 사용하였다. 그리고 스크라이버가 웨이퍼에 가하는 하중을 20g~500g까지, 스크라이버가 지면과 이루는 각도를 0~90° 까지 가변할 수 있도록 하였다. 또한 스크라이버 자중에 의한 suspension system으로 LM guide를 부착하여 스크라이빙 시 충격을 흡수할 수 있도록 설계하였다. Fig. 6은 이러한 스크라이버의 취부부를 보여주고 있다.

이와 같이 개발된 장비로 스크라이빙 할 수 있는 웨이퍼는 회전 블레이드를 사용하는 기존의 다이싱 머신에서 절단할 수 없는 질화갈륨 소재의 웨이퍼뿐만 아니라, 갈륨비소, 질화갈륨비소 등의 웨이퍼도 스크라이빙이 가능하다. 그리고 본 장비로 스크라이빙이 가능한 웨이퍼의 최대직경은 127mm(5in) 이고, 스크라이빙할 수 있는 칩은 최소 0.10mm × 0.10mm이다. 이러한 사양들은 현재 사용되는 IC 칩과 LED에서 가장 작은 크기의 칩을 기준으로 결정하였기 때문에 범용 웨이퍼 절삭 시스템의 사양으로도 충분하다.

Fig. 7은 전체 시스템의 신호 흐름도를 보여주고 있다. Host PC에서는 각 축에 장착된 4개의 모터를 구동하고, 카메라로부터 입력된 영상 데이터를 처리하여 스크라이빙 작업을 자동으로 수행하도록 한다. 여기서 각 축에 장착된 모터는 모터 드라이버와 콘트롤러에 의해서 제어되고, 그 결과로 변화된 웨이퍼의 위치 등은 카메라에 의해서 영상 모니터에 나타나며, 이를 영상처리한 후, 그 데이터를 활용하여 Host PC에서 작업명령을 모터 콘트롤러에 지시하여 모터를 구동시킴으로써 연속된 스크라이빙 작업을 자동으로 수행하게 한다.

이와 같은 스크라이빙 머신은 Host PC, 위치

결정부, 영상 처리부, 그리고 스크라이버 취부부로 크게 4부분으로 나눌 수 있다.

1) Host PC

스크라이빙 시스템의 S/W가 실행되는 부분으로 IBM 호환 586-PC를 사용하였다. 이는 위치 결정부와 영상 처리부를 포함한 주변장치를 통제하며, 스크라이빙 알고리즘을 구현하는 부분이다.

2) 위치 결정부

웨이퍼를 고정시키는 진공척을 장착한 척 테이블을 이송하고 회전시키는 XYθ -테이블과 스크라이버를 상하 이동시키는 Z-테이블 본체와 모터, 드라이버, 콘트롤러로 구성되어 있다. 각 축의 모터는 4000count/rev의 100W AC 서보 모터를 사용하였다.

3) 영상처리부

웨이퍼를 자동으로 스크라이빙하기 위해서는 작업영역 설정을 위한 웨이퍼의 형상 인식과 웨이퍼의 칩 패턴과 XY-테이블의 자동 정렬이 필요하다. 이를 위하여 Teli 8330 카메라와 광학장치, 그리고 삼성 MVB-03 비젼 보드를 사용하였다.

4) 스크라이버 취부부

웨이퍼를 스크라이빙할 때는 웨이퍼의 재질과 두께에 따라서 스크라이버에 가해지는 하중, 그리고 웨이퍼와 스크라이버 사이의 각도를 조절해야 한다. 이를 위하여 다이아몬드 스크라이버를 취부하는 부분에 스크라이버 하중조절장치와 각도조절장치를 부착한다.

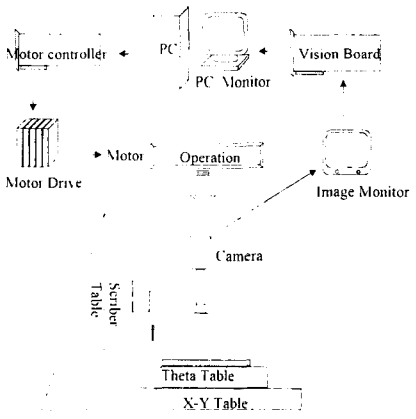


Fig. 7 Signal flow diagram of scribing machine

그리고 이 스크라이빙 머신의 구동 순서는 Fig. 8과 같다. 먼저 XYθ 그리고 Z-축 모터의 원점 센싱을 포함한 장비의 초기화가 이루어지고, Y-축을 움직여서 웨이퍼를 CCD 카메라의 시야에 들어오게 한 다음, CCD 카메라로부터 입력된 영상을 처리하고 θ -축 모터를 이용하여 웨이퍼를 정렬한다. 그리고 XY-축 모터와 CCD 카메라를 이용하여 웨이퍼의 윤곽을 생성한다. 최초 스크라이빙 할 위치로 XY-축 모터를 이동시키고, 스크라이버를 스크라이빙할 깊이만큼 Z축 모터를 이용하여 이동(하강)하고, Y축 모터를 이용하여 한 Line을 스크라이빙한다. 한 Line의 스크라이빙이 끝나면 대기 위치로 Z축 모터가 이동(상승)하고 다음 스크라이빙 할 Line으로 XY-축 모터를 이동시킨다. 웨이퍼 한쪽 방향이 모두 스크라이빙이 되도록 이 과정을 계속 반복한다. 웨이퍼의 한쪽 방향이 모두 스크라이빙 되면, θ 축 모터를 이용하여 웨이퍼를 90° 회전시키고, 다시 위의 스크라이빙 과정을 반복한다.

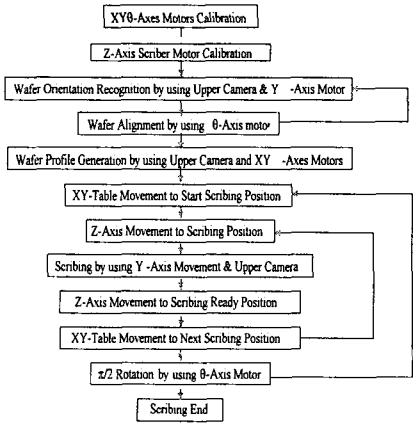
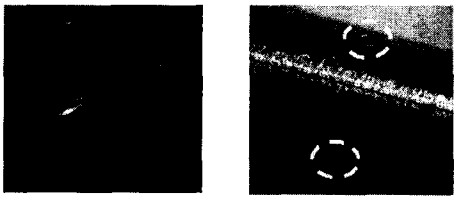
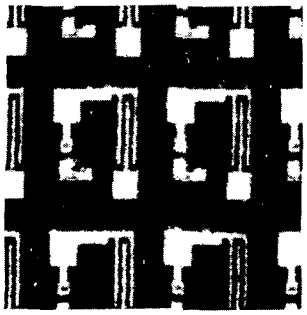


Fig. 8 Sequence of scribing

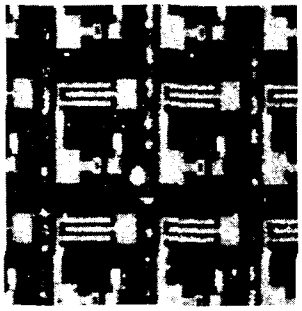


(a) Tip (b) Stem

Fig. 9 Photograph of diamond scriber

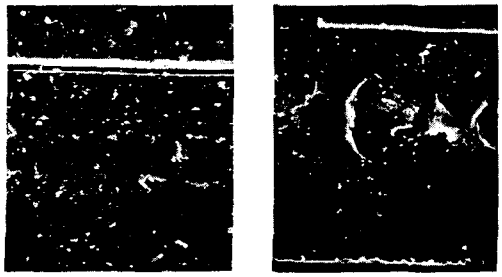


(a) Scribing result at scribing depth of 2㎛(left line), 6㎛ (middle line), and 12㎛(right line), scribing weight 20g(all lines), scriber incline angle 70° (all lines), and speed 200mm/s (all lines)



(b) Scribing result at scribing depth of 2㎛(left line), 6㎛ (middle line), and 12㎛(right line), scribing weight 70g(all lines), scriber incline angle 80° (all lines), and speed 200mm/s (all lines)

Fig. 10 Photograph of scribing results of GaAs wafer



(a) Good scribing (b) Bad scribing with chipping

Fig. 11 Photograph of scribing result of GaAs wafer

4. 스크라이빙 파라메터 결정 실험

스크라이빙 머신에서 결정되어야 하는 파라메터에는 스크라이빙 깊이, 스크라이빙 속도, 스크라이버의 지면과 기울어진 각도, 스크라이빙 하중, 그리고 스크라이버의 교체시기 판단 인자 등 많은 것들이 있다. 본 실험에서는 GaAs와 GaN 웨이퍼를 사용하였고, 스크라이빙 깊이를 2, 6, 12㎛로 하였으며, 스크라이빙 속도는 100mm/s, 200mm/s, 400mm/sec로 하였고, 스크라이버의 지면과 기울어진 각도를 60° , 70° , 80° 로 하였으며, 스크라이빙 하중을 20g, 50g, 70g에서 각각 실험하였다. 이에 따른 스크라이빙 양 불량 판단은 전자 현미경을 통한 스크라이빙 표면의 칩핑 발생 유무로 결정하였다.

스크라이빙 머신에서 사용되는 스크라이버에는 몇 가지 종류가 있다. Fig. 9는 본 실험에서 사용된 다이아몬드 스크라이버의 팁과 몸통부분을 보여주고 있다. (a)에서 보면, 다이몬드 팁에는 120° 마다 인선이 있어서 이를 웨이퍼의 스크라이빙 위치에 정확히 일치하도록 한다. 또한 (b)의 스크라이버 몸통에는 120° 마다 점 표시가 있고, 여기서 180° 회전한 부분에 팁의 인선과 일치하도록 되어있다.

위 조건에 대한 모든 경우의 조합에 대하여 실험하였고, 지면상 여기서는 특징적인 몇 가지만 언급하도록 한다. Fig. 10(a)는 GaAs 웨이퍼에서 스크라이빙 하중을 20g, 스크라이버 경사각도를 70° , 스크라이빙 속도를 200mm/s로 한 경우에 스크라이빙 깊이를 2㎛(left line), 6㎛(middle line), 그리고 12㎛(right line)으로 변경한 후의 결과를 보여주고 있다. 여기서 보면 칩핑이 없는 양호한 스크라이빙 결과를 얻을 수 있었다. (b)는 스크라이빙 하중을 70g, 스크라이버 경사각도를 80° 로 변경하고 나머지 조건은 (a)와 같이 한 경우의 결과를 보여주고 있다. 여기서 보면 모든 스크라이빙 깊이에서 칩핑이 일어나는 것을 알 수 있다. Fig. 11은 GaAs 웨이퍼의 스크라이빙된 표면의 전자현미경 사진으로, 양호한 스크라이빙(a)과 칩핑이 있는 불량 스크라이빙(b) 결과를 보여주고 있다. 이와 같이 칩핑이 있는 경우는 스크라이빙 영역이 확장되어 스크라이빙 한 후에 각 칩으로 브레이킹을 하게되면 칩의 유효영역이 손상되어 휘도가 보장되지 않는 등의 불량이 발생한다.

Fig. 12는 GaN 웨이퍼의 스크라이빙 전(a), 스크라이빙 후(b)의 확대사진을 보여주고 있다. (a)

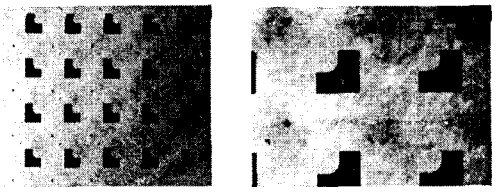
에서 보는 것처럼 GaN 웨이퍼는 투명이고, 칩 1개의 크기는 가로 0.2mm, 세로 0.2mm 이다. GaN 웨이퍼에서 여러 가지 스크라이빙 파라메터를 조합하여 실험을 수행한 결과, 스크라이빙 속도는 200mm/sec, 스크라이버 각도는 70° , 그리고 스크라이버에 가해지는 하중이 40g일 때 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다. (b)는 (a)의 GaN 웨이퍼를 위 조건에서 가로방향으로 스크라이빙한 결과를 보여주고 있다. 스크라이빙 폭은 약 5㎛로 일정하였고, 스크라이빙은 성공적으로 수행되었다.

Fig. 13은 스크라이빙 하중을 20g, 스크라이버 경사각도를 70° , 스크라이빙 속도를 200mm/s, 그리고 스크라이빙 깊이를 6㎛로 한 경우에 레이저 거리센서로 측정한 스크라이버 고정부와의 상대거리를 보여주고 있다. 초기에 상대거리가 순간적으로 작아지는 것은 스크라이빙을 시작할 때, 즉 스크라이버와 웨이퍼가 충돌할 때의 영향에 따른 것이다. Fig. 14는 GaN 웨이퍼에서 스크라이빙 결과를 전자 현미경으로 본 사진을 보여주고 있다. (a)에서 보면, 초기에 웨이퍼가 스크라이버에 닿는 순간 충격으로 인해서 가장자리가 부서지는 것을 알 수 있다. 이를 방지하기 위하여 스크라이버에 장착된 레이저 거리센서를 이용하여 웨이퍼가 스크라이버에 닿는 순간까지는 이송속도를 20mm/sec로 하고 그 이후에는 정상적인 이송속도인 200mm/sec로 한 결과가 (b)에 나와 있다. 여기서 보면 가장자리가 부서지지 않고 정상적으로 스크라이빙이 되는 것을 알 수 있다. 결국 이렇게 스크라이빙된 LED 소자를 이용하여 1cd급의 청색 LED제품을 제작할 수 있었다.

결과적으로 스크라이빙 머신은 회전 다이아몬드 블레이드를 이용한 기존의 다이싱 방법으로는 불가능한 GaN 웨이퍼를 다이싱할 수 있을 뿐만 아니라, 칩핑과 진동의 영향이 거의 없었으며, 이송속도도 17mm/sec에서 200mm/sec로 최소 10배 이상 크게 할 수 있어 생산성을 향상시킬 수 있었다. 또한 GaAs 웨이퍼는 스크라이빙 하중을 20g, 스크라이버 경사각도를 70° , 스크라이빙 속도를 200mm/s, 그리고 스크라이빙 깊이를 2 - 6㎛한 경우에 좋은 스크라이빙 결과를 얻을 수 있었고, GaN 웨이퍼의 경우에는 다른 파라메터는 GaAs 웨이퍼의 것과 같고, 스크라이빙 깊이가 4 - 6㎛, 스크라이빙 하중이 40 - 50g에서 좋은 결과를 얻을 수 있었는데, 이는 후자의 경도가 전자의 경우보다 높기 때문인 것으로 추정된다.

5. 결 론

본 연구는 고정된 나이프(Knife), 즉 스크라이버(Scriber)에 웨이퍼를 정밀 이송시켜 각 칩을 만들어내는 새로운 개념의 반도체 웨이퍼용 스크라이빙 머신 제작에 따른, GaAs 와 GaN 소재의 웨이퍼 스크라이빙에서 필요한 최적의 파라메터 - 스크라이빙 깊이, 스크라이빙 속도, 스크라이버의 기울어진 각도, 스크라이버 하중 - 를 결정에 대한 것이다. 결과적으로 GaAs 웨이퍼는 스크라이빙 하중을 20g, 스크라이버 경사각도를 70° , 스크라이빙 속도를 200mm/s, 그리고 스크라이빙 깊이를 2 - 6㎛한 경우에 좋은 스크라이빙 결과를 얻을 수 있었고, GaN 웨이퍼의 경우에는 다른 파라메터는 GaAs 웨이퍼의 것과 같고, 스크라이빙 깊이가 4 - 6㎛, 스크라이빙 하중이 40 - 50g에서 좋은 결과를 얻을 수 있었다.



(a) Before scribing (b) After scribing

Fig. 12 Photograph of scribing process of GaN wafer

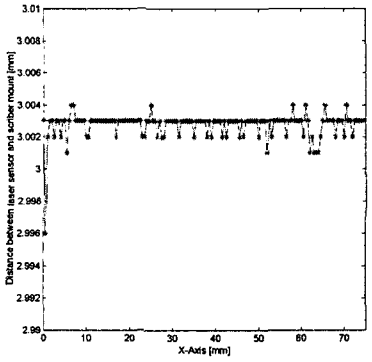
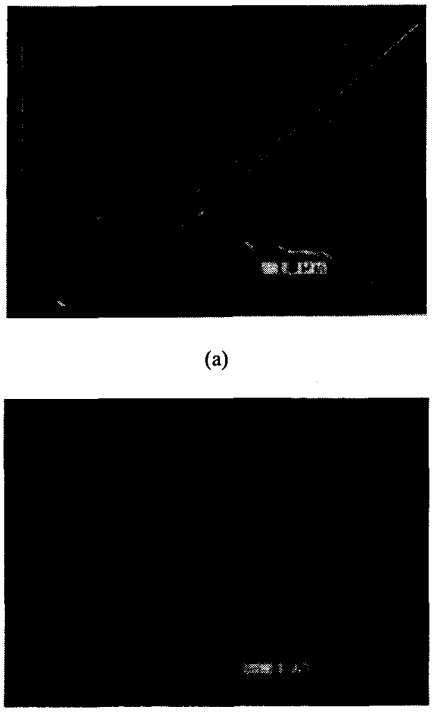


Fig. 13 Distance between laser sensor and scriber mount during scribing



(a)

(b)

Fig. 14 Photograph of scribing result of GaN wafer

후 기

이 논문은 2002년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행됨

참고문헌

(1) Oklobdzija, V. G. and Barnes, E. R., 1988, "On Implementing Addition in VLSI Technology," IBM T. J. Watson Research Center.

(2) Assembly Technology, 2000, "Dicing Saw Cuts Wafers Easily, Accurately," *Machine Design*, Vol. 66, No. 13.

(3) Ko, K. Y., Cha, Y. Y. and Choi, B. S., 2000, "Wafer Dicing State Monitoring by Signal Processing," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 17, No. 5, pp. 70~75.

(4) Ko, K. Y., Cha, Y. Y. and Choi, B. S., 2000, "Monitoring of Wafer Dicing State by Using Back Propagation Algorithm," *Journal of Control Automation and Systems Engineering*, Vol. 6, No. 6, pp. 486~491.

(5) Hassui, A., Diniz, A. E., et al., 1998, "Experimental Evaluation on Grinding Wheel Wear through Vibration and Acoustic Emission," *Wear*, Vol. 217, pp. 7~14.

(6) Subramanian, K., Ramanath, S. and Tricard, M., 1997, "Mechanism of Material Removal in the Pression Production Grinding of Ceramics," *Journal of Manufacturing science and Engineering*, Vol. 119, pp. 509~519.

(7) Avagliano, S., Bianco, N., Manca, O. and Naso, V., 1999, "Combined Thermal and Optical Analysis of Laser Back-scribing for Amorphous-Silicon Photovoltaic Cells Processing," *International Journal of Heat & Mass Transfer*, Vol. 42, No. 4, pp. 645~656.

(8) Collier, I. T., Gibbs, M. R. J. and Seddon, N., 1992, "Laser Ablation and Mechanical Scribing in the Amorphous Alloys VAC 6030 and METGLAS 2605 SC," *Journal of Magnetism & Magnetic Materials*, Vol. 111, No. 3, pp. 260~272.

(9) Wenham, S. R., Chan, B. O., Honsberg, C. B., 1997, "Green MA. Beneficial and Constraining Effects of Laser Scribing in Buried-contact Solar Cells," *Journal of Progress in Photovoltaics : Research & Applications*, Vol. 5, No. 2, pp. 131~137.

(10) Wang, A., Zhao, J., and Green, M. A., 1990, "24% Efficient Silicon Solar Cells," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 57, No. 602.

(11) Chong, C. and Davies, K., 1991, "Plasma Grooved Buried Contact Silicon Solar Cells," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 69, No. 4135.

(12) Cha, Y. Y. and Go, K. Y., 2002, "Development of scribing machine for dicing of GaN wafer," *Journal of Control Automation and Systems Engineering*, Vol. 8, No. 5, pp. 419-424.

(13) Cha, Y. Y. and Go, K. Y., 2003, "Development of scribing machine for dicing of GaN wafer," *Mechatronics : mechanics, electronics, control*, Accepted.