

# HgCdTe 적외선 감지소자의 초정밀 절삭특성에 관한 연구 Ultra Precision Machining the Characteristics of IR Detection device HgCdTe

\*김효식<sup>1</sup>, 양순철<sup>1</sup>, 김명상<sup>1</sup>, #김건희<sup>1</sup>, 원종호<sup>2</sup>,  
\*H. S. Kim<sup>1</sup>, S. C. Yang<sup>1</sup>, M. S. Kim<sup>1</sup>, G. H. Kim(kgh@kbsi.re.kr)<sup>1</sup>, J. H. Won<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국기초과학지원연구원 초정밀가공팀, <sup>2</sup> 충남대학교 기계공학과

Key words : SPDTM, Surface Roughness, HgCdTe

## 1. 서론

HgCdTe photovoltaic 디텍터 어레이와 Si readout circuit (ROICs)로 구성된 Hybrid infrared focal plane arrays(IRFPAs)는 고성능 IR 이미지 장치 제작에 널리 사용된다. 적외선 감지기는 적외선을 감지하는 물질위에 적외선 감지 소자를 제작하고, 고집적이 가능한 실리콘 기판에 감지 소자에서 발생된 전기 신호를 영상신호에 적합하도록 처리하여 주는 기능의 신호취득 회로를 따로 제작한 뒤 두개의 칩을 하이브리드 본딩하여 하나의 적외선 감지 칩으로 구현하는 것이 일반적이다.<sup>1-5)</sup>

LPE HgCdTe 웨이퍼의 우수한 표면 평탄도는 양질의 flip-chip 접합을 갖는 대면적 적외선 초점면배열(IRFPA)을 제작하는 데 있어서 필수적이다. LPE HgCdTe 웨이퍼의 생성과정에서 불규칙한 표면이 관찰되며, 이러한 비평면 표면은 생성된 layer 에서 terracing 패턴과 hole 로서 존재한다. 깊은 굴 영역에서 open dead pixel(죽은 픽셀)이 발생하여 해당 pixel 이 black point 로 나타나며, 날카로운 피크 영역에서의 leaky dead pixel 은 누설이 증가하여 pixel 이 white point 로 나타난다. 그리고 dead pixel 들은 IRFPA 와 Si ROIC 사이에서 flip-chip bonding 의 효율을 감소시킬 수 있다.

본 연구에서는 LPE HgCdTe 웨이퍼의 초정밀 최적가공 조건을 찾아내고 LPE HgCdTe 웨이퍼의 평탄화를 위한 초정밀가공 기술적용성과 초정밀 공정기술, 측정 평가검사를 통한 평탄화 효과 실험을 통하여 LPE HgCdTe 웨이퍼의 초정밀가공 공정기술을 개발하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 실험장치

본 연구에 사용된 초정밀 가공기는 RTH 사의 Nanoform 600 다이아몬드 터닝머신(DTM)이다. 다이아몬드 터닝 머신은 안내면의 위치 결정정도는 0.25  $\mu\text{m}/300 \text{ mm}$ , 분해능은 1.25 nm의 성능을 가지고 있으며, 선삭의 경우 최대  $\varnothing 600 \text{ mm}$ , 연삭의 경우  $\varnothing 300 \text{ mm}$ 까지 가공이 가능하다. Fig. 1 은 초정밀 가공 시스템을 나타낸다.

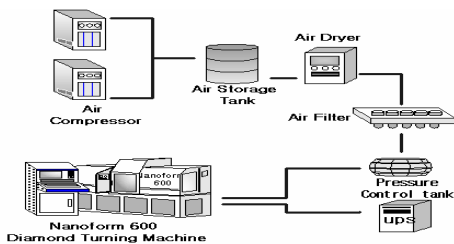


Fig. 1 The system of ultra precision lathe

측정 장비로서 표면거칠기 측정은 비접촉식 표면형상 측정기 WYKO 사의 NT 2000 을 사용하였다. 측정기의 측

정범위는 최대 100 mm×100 mm 이며, 측정범위로는 0.1 nm ~ 150  $\mu\text{m}$ 이며, 분해능은 0.1 nm이고 자동포커싱 타입이다.

### 2.2 실험방법 및 조건

적외선 감지소자 HgCdTe 웨이퍼의 초정밀 최적가공 조건을 찾기 위해 Fig. 2 와 같이 지그를 만들고 시편을 본딩한 후에 단면 절삭 실험을 하였으며, 가공 표면의 거칠기 측정은 직경 5mm 부위의 다섯 지점을 중심으로 동일한 부위를 반복 2 회 측정된 결과의 평균값으로 표면 거칠기를 산출하였다. 동일한 부위를 측정하기 위하여 지그의 측면에 표시를 하여 항상 같은 부위를 측정하였다. Table 1 은 실험조건을 나타낸다.

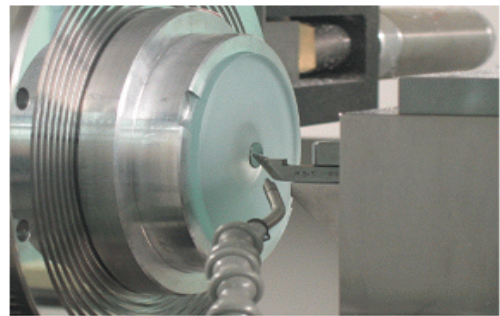


Fig. 2 Workpiece of cutting sample( HgCdTe )

Table 1 Experimental conditions

Item	Cutting condition
Work piece	HgCdTe 웨이퍼
Rake angle(°)	-5, -15, -25
Nose radius(mm)	0.8, 0.4
Cutting speed(m/min)	12, 15, 20, 25, 30, 30
Feed rate(mm/min)	1, 2, 4, 8, 12
Depth of cut( $\mu\text{m}$ )	0.1, 0.5, 1, 2, 4, 5,
Vacumm pressure(in.Hg)	-20 kg f/cm <sup>2</sup>
Cutting fluid	Air+EDM oil

## 3. 실험결과 및 고찰

HgCdTe 시편을 주요 변수에 따른 표면 거칠기 측정을 비교하고 초정밀 절삭 특성을 고찰함으로써 HgCdTe 최적 초정밀가공 절삭조건을 찾아내고 표면평탄화를 위하여 초정밀가공기술 적용 가능성 뿐만 아니라 표면 평탄화 효과에 대한 연구를 하였다. Fig. 3, Fig. 4 , Fig. 5 는 주요 변수에 따른 표면거칠기 값의 변화량을 볼 수 있으며, Fig. 6 은 비접촉 형상 측정기 NT 2000 으로 측정한 결과 이고 1.29 nm Ra 로 양호한 표면 거칠기 값을 얻을 수 있었다.

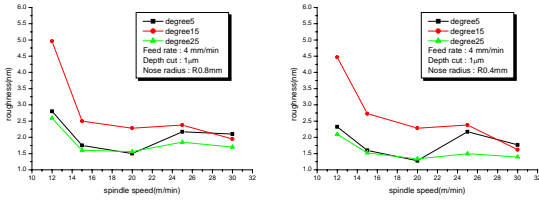


Fig. 3 Surface roughness versus cutting speed

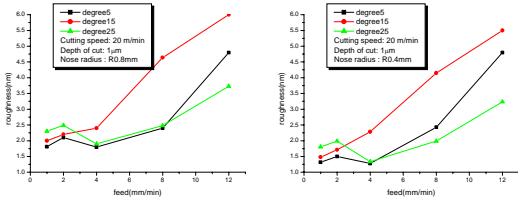


Fig. 4 Surface roughness versus depth of cut

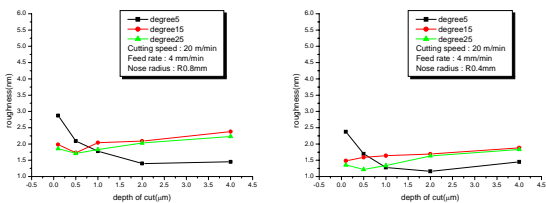


Fig. 5 Surface roughness versus feed rate

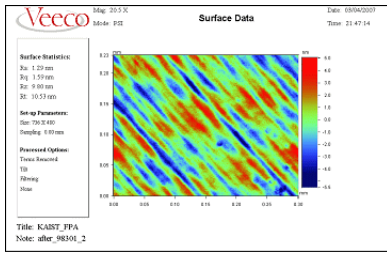


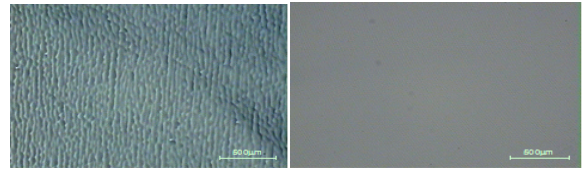
Fig. 6 Surface measurement of HgCdTe sample by NT 2000

#### 4. LPE HgCdTe 웨이퍼 초정밀 가공

HgCdTe 웨이퍼의 최적 가공특성을 이용하여 포토다이오드용 LPE HgCdTe 웨이퍼를 가공하였다. Table 2 는 LPE HgCdTe 웨이퍼 시편의 최적가공 조건을 나타낸다. 웨이퍼 사이즈는 15 mm×12 mm 이고 초정밀 절삭가공 전후의 LPE HgCdTe 의 마이크로 이미지가 Fig. 7 에 나타나 있다. 초정밀 절삭가공 이후에 LPE HgCdTe 웨이퍼의 비평탄 표면의 terrace 패턴들이 명확하게 제거되었고, 거울과 같은 평면으로 가공되었다

Table 2 Cutting conditions of HgCdTe

Material	LPE HgCdTe 웨이퍼
Cutting speed(m/min)	20
Spindle speed(rpm)	1273
Depth of cut(μm)	2
Feed rate(mm/min)	4
Nose radius of tool(mm)	0.4
Rake angle(°)	-5
Cutting fluid	Air+EDM oil

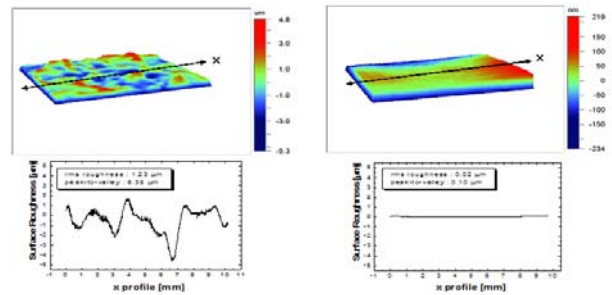


(a)before SPDT

(b) after SPDT

Fig. 7 Microscopic images of the surfaces of LPE HgCdTe wafers

초정밀 절삭가공 이전과 이후의 LPE HgCdTe 의 표면 거칠기를 측정하기 위하여 비접촉 표면 조도 측정기 인터페로미터 NT2000 이 사용되었으며, 그에 대한 것이 Fig. 8 에 나타나 있다. SPDT 이후 maximum peak-to-valley 값인 PV, 표면 거칠기가 6.35 μm에서 0.1 μm로 두드러지게 감소하였다.



(b) before SPDT

(b) after SPDT

Fig. 8 Microscopic images of the surfaces of LPE HgCdTe wafers:

#### 5. 결론

HgCdTe 의 초정밀 가공 특성을 바탕으로 LPE HgCdTe 웨이퍼를 초정밀 가공을 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. SPDT 이후 maximum peak-to-valley 값인 PV, 표면 거칠기가 6.35 μm에서 0.1 μm로 두드러지게 감소하였다.
2. LPE HgCdTe 웨이퍼의 type-converted defective layer 가 SPDT 과정에서 생성되었지만 Br-MeOH 에칭을 사용하여 쉽게 제거되었다.
3. 제작된 포토다이오드와 flip-chip-bonded 320×256 IRFPA 의 결과는 SPDT 방법이 IRFPA 제작에 적용 가능하고 분당 효율이 개선되는 결과를 얻을 수 있었다.

#### 참고문헌

1. J. M. Lioyd, Thermal Imaging system, Plenum Press, New York, pp. 12 ~ 368, 1975
2. C. G. LeMesurier, Jane's 24 Hour Battle-Electro Optic Markets and Technologies Analysed, Jane's Information Group Ltd., Coudson, pp. 85 ~ 187, 1996
3. G. Gaussorgues, Infrared Thermography, Chapman & Hall, London, pp. 1 ~ 60, 1994.
4. J. L. Miller, Principles of Infrared Technology, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 3 ~ 51, 1994..
5. 홍석민의, "소형항공기 탑재용 열상센서 개발," 제 7 회 항공기 개발기술 심포 지음 논문집, 국방과학연구소,