

بهرروز قاسمی<sup>۱</sup>، جلیل وحدتی خاکی<sup>۲\*</sup> و مسعود گودرزی<sup>۳</sup>

( // // // )

چکیده

XRD

XRD

( " ) (β α )  
 )β " α  
 " β ( α β  
 α

واژه های کلیدی:

مقدمه

α- °C  
 [ ]

MoSi<sub>2</sub>  
 MoSi<sub>2</sub>

( / g/cm<sup>3</sup> )

( MoSi<sub>2</sub> )  
 ( °C )

MoSi<sub>2</sub>

( °C )

MoSi<sub>2</sub>

[ - ]

(SiO<sub>2</sub>)

Si

MoSi<sub>2</sub>

MoSi<sub>2</sub>

"

β-MoSi<sub>2</sub>

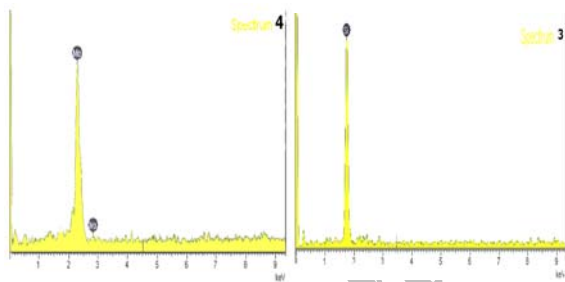
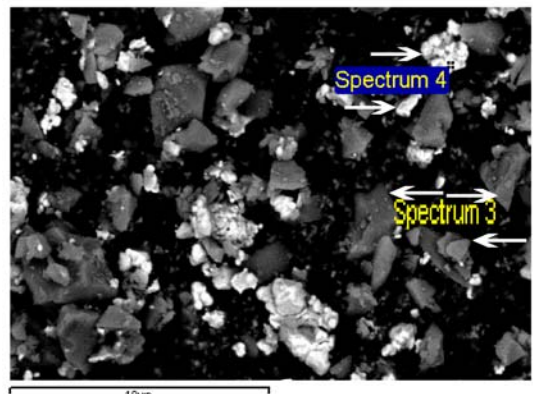
°C

روش تحقیق

$< \mu\text{m}$        $< \mu\text{m}$        $> \%$   
 $> \%$   
 Merck  
 Fritsch P7  
 Agat      cc  
 rpm  
 Mo  
 Si  
 $2\text{Si} + \text{Mo} = \text{MoSi}_2$   
 Schwartz  
 Kaufman      Jayashankar  
 S.N.Patankar  
 JEOL JDX-8030  
 Cu  $K_\alpha$   
 X  
 XRD  
 MoSi<sub>2</sub>  
 (XRD)  
 [Williamson-Hall]

$$\beta \cos(\theta) = \frac{0.9\lambda}{D} + 4\varepsilon \sin(\theta) \quad (1)$$

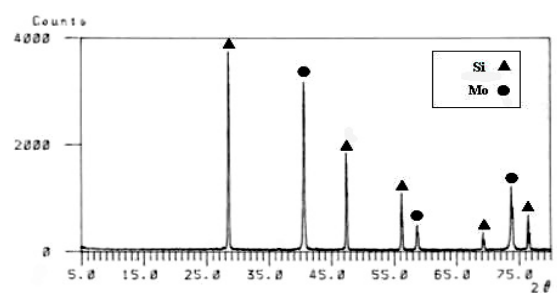
(XRD) X ( ) .  
 $\theta$   $\lambda$   $\varepsilon$   $D$   $\beta$   
 [ - ]  
 rpm



شکل ۲: تصویر SEM به همراه آنالیز EDX مخلوط پودر مولیبدن و سیلیسیم قبل از اعمال کار مکانیکی.

Mo  
 - MoSi<sub>2</sub>

Si  
 Mo  
 β  
 α



شکل ۱: الگوی پراش اشعه X مولیبدن و سیلیسیم قبل از اعمال کار مکانیکی.

EDX SEM ( )

EDX

(DTA)

STA 409PC

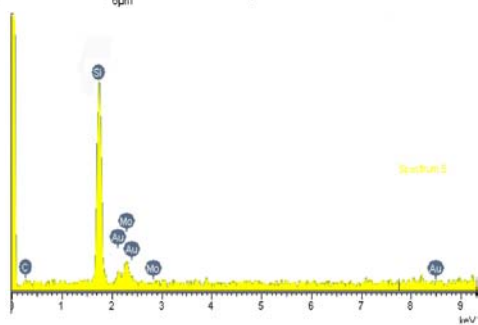
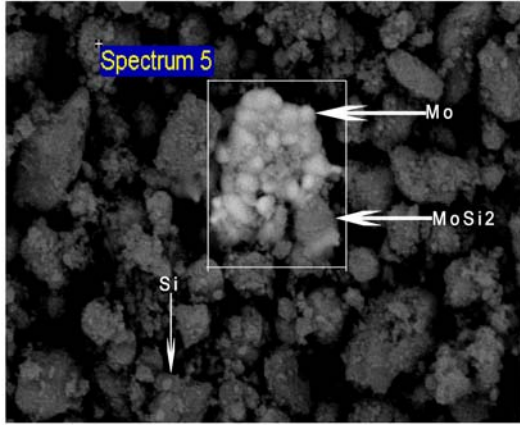
Netzsch

نتایج و بحث

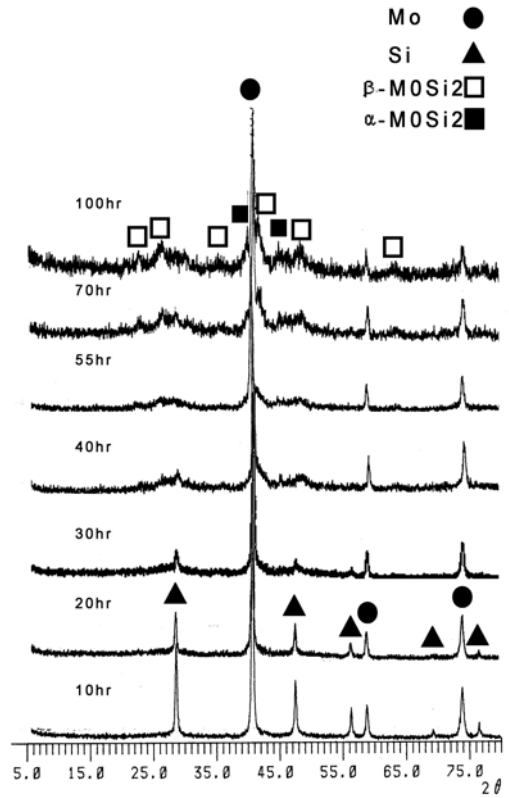
rpm

( )

( )



شکل ۴: تصویر BS به همراه آنالیز EDX مخلوط پودر مولیبدن و سیلیسیم بعد از ۴۰ ساعت کار مکانیکی.



شکل ۳: الگوی پراش اشعه X مولیبدن و سیلیسیم برای سرعت آسیای ۳۰۰۰ rpm و گلوله فولادی به قطر ۱۰ میلیمتر.

Archive of

( )

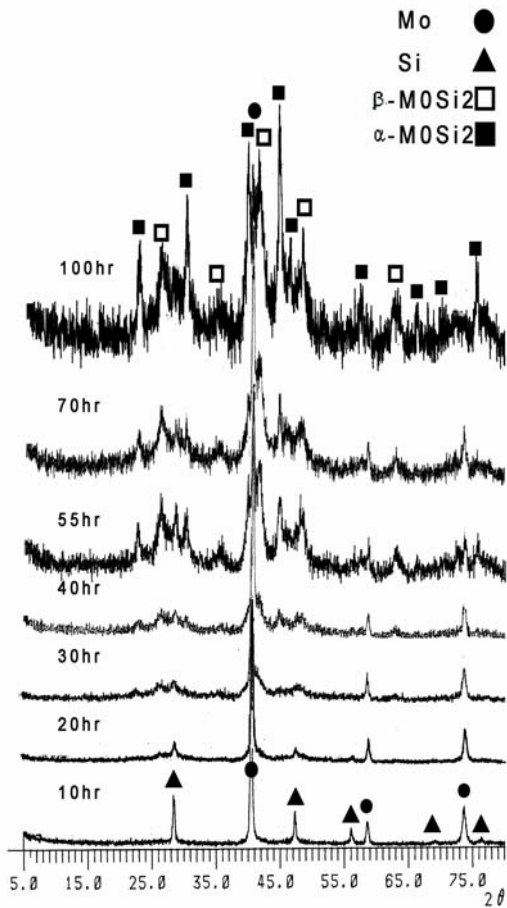
( ) BS

( )

EDX

EDX

( )



شکل ۶: الگوی پراش اشعه ایکس مولیبدن و سیلیسیم با گلوله فولادی به قطر ۱۰ میلیمتر و سرعت آسیای ۴۰۰ rpm.

Si

Mo

( $\beta$ -MoSi<sub>2</sub>)

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

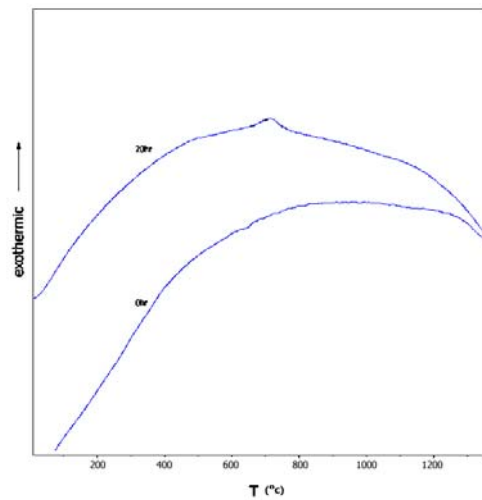
$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>

( )

DTA

( )

DTA



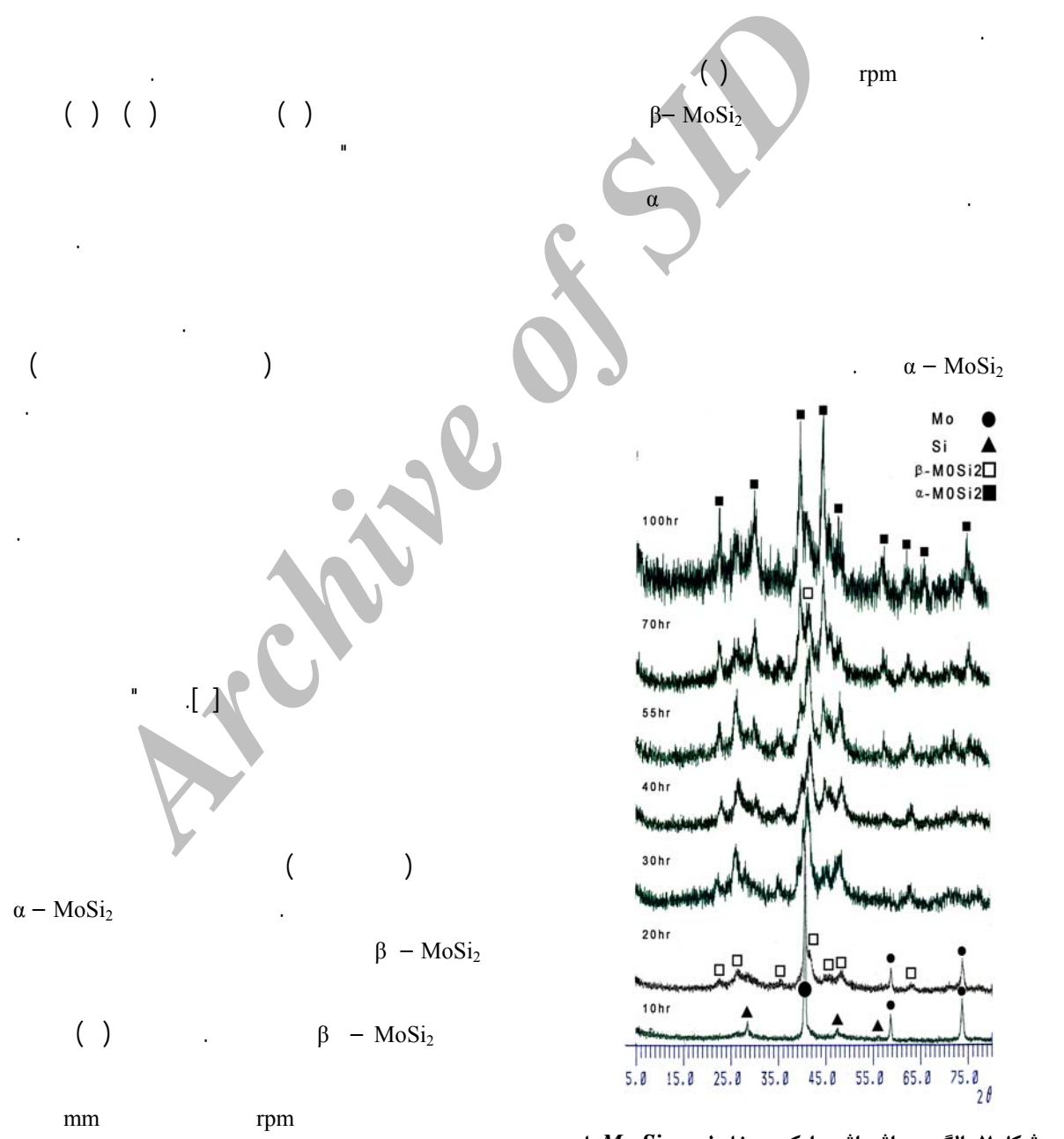
شکل ۵: منحنی های DTA بر حسب زمان کارمکانیکی در سرعت حرارت دادن ۲۰ درجه در دقیقه.

XRD

(XRD) X

rpm

Si ( ) ( )  
 Mo ( ) ( )  
 ( ) ( )  
 ( ) ( )

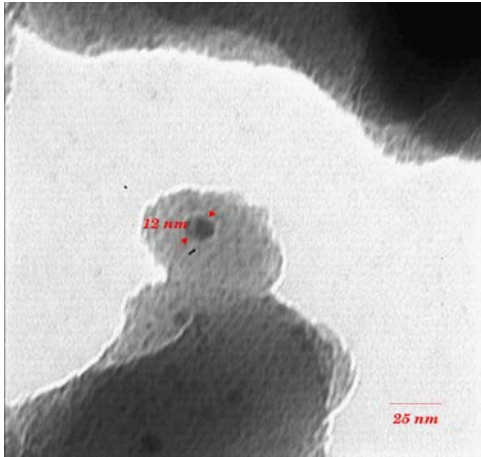


شکل ۷: الگوی پراش اشعه ایکس مخلوط پودر  $Mo-Si$  با گلوله فولادی به قطر ۵ میلیمتر و سرعت آسیای ۴۰۰ rpm.

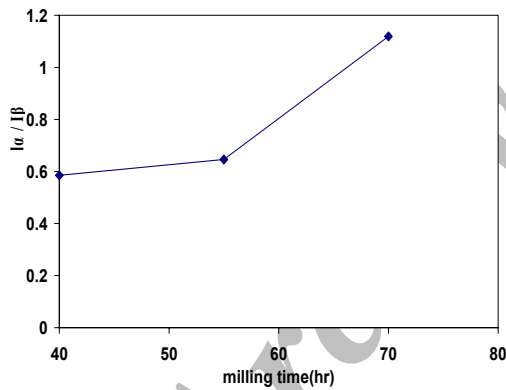
XRD  
( )

XRD

(Intensity Ratio)  $I_{\alpha}/I_{\beta}$

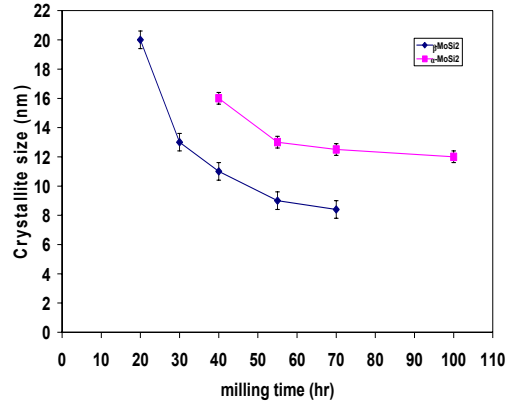


شکل ۹: تصویر TEM مربوط به دی سیلیسید مولیبدن نوع آلفا بعد از ۱۰۰ ساعت کار مکانیکی (سرعت آسیا ۴۰۰ rpm و قطر گلوله ۵ میلیمتر).



شکل ۱۰: نسبت شدت های دو فاز  $\alpha$ -MoSi<sub>2</sub> و  $\beta$ -MoSi<sub>2</sub> بر حسب زمان کار مکانیکی (سرعت آسیا ۴۰۰ rpm و قطر گلوله ۵mm).

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>     $\beta$ -MoSi<sub>2</sub>  
 $\beta$ -MoSi<sub>2</sub>  
 ( )



شکل ۸: تغییرات اندازه دانه دی سیلیسید مولیبدن نوع آلفا و بتا با زمان کار مکانیکی (سرعت آسیا ۴۰۰ rpm و قطر گلوله ۵mm).

$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>

- nm

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

XRD

( )  $\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>    TEM

$\alpha$      $\beta$

$\beta$

$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

TEM ( )

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

rpm

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

نتیجه گیری

---

$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>"

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>"

$\beta$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

$\alpha$ -MoSi<sub>2</sub>

تقدیر و تشکر

( hot spot)

### مراجع

- 1 - Hardwick, D.A. and Martin, P.L. (1993). "Processing, microstructure, property relationship in polycrystalline MoSi<sub>2</sub>." *Structural Intermetallics*, PP.665- 674.
- 2 - Petrovic, J. J. (2000). "Toughening strategies for MoSi<sub>2</sub> – based high temperature structural silicides." *Intermetallics*, Vol. 8, PP.1175 – 1182.
- 3 - Fecht, Hans J. (2001). "Nanostructure formation and properties metals and composites processed mechanically in the solid state." *Scripta mater*, Vol. 44, PP. 1719-1723.
- 4 - Jeng, Y. L. and Lavernia, E. J. (1994). "Processing of molybdenum disilicide." *Journal Of Materials Science*, Vol. 29, PP.2557- 2571.
- 5 - Jaja Shankar, J. S. and Ross, E. N. (1997). "Processing of MoSi<sub>2</sub>–based intermetallics." *Materials Science And Engineering*, A . 239-240, PP. 485-492.
- 6 - Zhang, D. L. (2004). "Processing of advanced materials using high-energy mechanical milling." *Progress in Materials Science*, Vol. 49, PP. 537–560.



- 
- 7 - Lu, L. and Lai, M. O. (1995). "Formation of new materials in the solid state by mechanical alloying." *Materials and Design*, Vol. 16 No. 1, PP. 33-39.
- 8 - Dunlap, R. A. and Small, D. A. (2000). "Materials preparation by ball milling." *J. Phys.*, Vol. 78, PP.211-229.
- 9 - Shi, N. and Schwarz, R. B. (1995). *Formation Of MoSi<sub>2</sub> Through Annealing Of Ball Milled Mo And Si Elemental Powders' Application Of Thermodynamic And Processing Of Materials*, Edited by Philip Nash, PP. 63-74.
- 10 - Kaufman, M. J., Jayashankar, J. S. and Ross, E. N. (1997). "Processing of MoSi<sub>2</sub> – based intermetallics." *Materials Science and Engineering*, A239-240, PP.485-492.

واژه انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Pair Dislocation

Archive of SID