

מנתח המצאת

- ALLIEGRO, R. A., COFFIN, L. B. and TINKLEPAUGH, J.R., Pressure - Sintered Silicon Carbide. J. Am. Cer. Soc, Vol.39, No.11, pp.386-389, 1956.
- Asahi Glass Co., Ltd., High - strength silicon carbide ceramics. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 58 91,060 [83 91,060] (Cl.C04B35/56), 30 May 1983, Appl. 81/188,357 ,26 Nov 1981; 5pp.
- _____, High - density silicon carbide ceramics. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 58 91,069 [83 91,067] (Cl. C04 B35/56), 30 May 1983, Appl. 81/189,212 ,27 Nov 1981; 4pp.
- _____, High - strength silicon carbide ceramics. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 58 91,068 [83 91,068] (Cl. C04 B35/56), 30 May 1983, Appl. 81/189,213, 27 Nov 1981; 5pp.
- _____, High - strength silicon carbide ceramics. Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 58 91,069 [83 91,069] (Cl. C04 B35/56), 30 May 1983, Appl. 81/189,214, 27 Nov 1981; 5pp.
- Boccker, W. D. G., Process and apparatus for production of high purity silicon carbide powder and its application. German Patent Disclosure 2,744,636, 1977.
- _____, Hailey, L. N., Sintered silicon carbide/ graphite/ carbon composite ceramic body having ultra fine microstructure. U.S. Patent 4,525,461, 1985.
- BOR - WENLIN, MASAMITSU IMAI, TOYOHICO YANO and TAKA YOSHI ISEKI, Hot-Pressing of β -SiC Power with Al, B + C. J. Am. Ceram.Soc., Vol.64, No.4, pp.67-68, 1986.

- Bronnes, R. L., Metal-to-ceramic seal and method of making the same.
U.S. patent 3,057,445, 1962.
- Chai, K.Y. and Lau, S.K., High Toughness SiC. Ceram. Eng. Sci. Proc.,
Vol. 12, No. 9-10 , pp. 1845-1861, 1991.
- Coppola J. A., Laurence N., Carl H. McMurtry, Process for Producing
Sintered Silicon Carbide Ceramic Body. U.S. Patent 4,124,667,
Nov. 7, 1978.
- David W. Richerson, Modern Ceramic Engineering, Garrett Turbine Engine
Company Phoenix, Arizona, pp.217-259, 1982.
- Etter, R. W., Methods for electroless plating and for brazing. U.S.
Patent 3,551,997, 1971.
- Evans, A.W., Wynne, R., and Marynowski, C., Preparation of pigmentary
silicon carbide. U.S. Patent 3,485,591, 1969.
- Govila, R.K., High temperature strength characterization of sintered
alpha SiC. Technical Report AMMRC TR 82-51. Army
Mechanics and Materials Research Center, Watertown, Mass, 1982.
- Hollenberg, G.W., and Crane, R.L., Method of fabricating Silicon
carbide articles. U.S. Patent 3,966,855, 1976.
- Honma, K., Tatsuno, T., and Okada, H., Method for producing high
strength sintered silicon carbide. U.S. Patent 4,541,975,
1985.
- Iseki, T., Arakawa, K., Suzuki, H., Joining of dense silicon carbide
by hot pressing. J.Mater. Sei., Vol. 15, pp 1049-1050, 1980.
- JIANG, D., KUANG, G., PAN, Z., TAN., S., MAO, J. and Ke SHUMIN.,
Oxidation Behaviour and High Temperature Strength of Hot -
Pressed SiC with Varius Sintering aids. High Tech Ceramics,
edited by P. Vincenzini Elsevier Science Publishers B.V.,
Amsterdam, 1987 - Printed in The Netherlands.

- JOHN S. NADEAU, Very High Pressure Hot Pressing of Silicon Carbide, Cer. Bulletin, Vol.52, No.2, pp.170-174, 1973.
- Kobe Steel, Ltd., High - strength silicon carbide sintered ceramics. Jpn. Kakai Tokyo Koho JP 57,209,884 [82,209,884] (Cl. C04 B35/56), 23 Dec 1982, Appl. 81/94,386 ,17 Jun 1981; 5pp.
- Lange, F.F., Hot - pressing behavior of silicon carbide powders with addition of Al_2O_3 . J. Mater. Sci., Vol. 10(2), pp. 314-320, 1975.
- Lee, M., and Szala, L., Process for cementing diamond to silicon - silicon carbide composite and articles produced thereby. U.S. Patent 4,353,963, 1982.
- Mitchell Market Reports on Advanced Materials, SILICON CARBIDE, 2nd Edition, pp.1-10, 1990.
- M. LANCIN, F. ANXIONNAZ, J. THIBAUT - DESSEAUX, D. STUTZ, P. GRIEL, β ----> α Phase transformation in sintered SiC involving feather formation. Journal of Materials science, Vol.22, pp. 1150-1156, 1987.
- Moore, T. J., Feasibility study of the welding of SiC. J. Amer. Ceram. Soc., Vol. 68, No.6, pp.c-151, 1985.
- Murata, Y., and Smoak, R. H., Densification of silicon carbide by the addition of BN, BP and B_4C and correlation to their solid solubilities. In proc. of Intl. Symp. of Factors in Densification and sintering of oxide and Non-oxide Ceramics, Hakone, Japan, pp. 382-399, 1979.
- _____, Weber, G., Sintered silicon carbide - titanium diboride mixtures and articles thereof. U.S. Patent 4,327,186, 1982.

- Neuenschwander, E., Schuett, K., and Skeller, W., Finely dispersed carbides and process for their production. U.S. Patent 3,340,020, 1967.
- OGBUJI, L. U., MITCHELL, T. E., and HEVER, A. H., The $\beta \rightarrow \alpha$ Transformation in Polycrystalline SiC:IV, A Comparison of Conventionally Sintered, Hot Pressed, Reaction-Sintered, and Chemically Vapor-Deposited Samples. J. Am. Cer. Soc., Vol 64, No.2, pp.100-105, 1981.
- P. Popper, ed., Special Ceramics, British Ceramic Research Association. Stoke - on - Trent. London, Heywood, pp.209, 1960.
- Prochazka, S., Sintering of Silicon Carbide. General Electric Report 73CRD325 , 1973.
- _____, The role of boron and carbon in sintering of silicon carbide. Special Ceramics 6, pp. 171-181, 1975.
- _____, Coblenz, W.S., Silicon Carbide - boron carbide sintered body. U.S. Patent 4,081,282, 1978.
- _____, Scanlan, R.M., Effect of boron and carbon on sintering of SiC. J.Amer. Cer., Vol. 58, No. 1-2, pp. 72, 1975.
- ROBERT M. W., BARBARA N.J., CHARLES R. P. and THOMAS J. W., Forming and Sintering Behavior of B - and C - Doped α - and β - Silicon Carbide. J. Am. Cer. Soc., Vol.67, No.1-6, pp. C-62 - C-64, 1984.
- _____, Effects of Sintering Temperatures on the Physical and Crystallographic Properties of β - SiC. Am. Ceram. Soc. Bull., Vol.64, No.10 pp.1385-89, 1985.

- Schlichting, J., Chemical vapor deposition of silicon Carbide.
Powd. Met. Intl., Vol.12, No. 4, pp. 196-200, 1980 a.
- Smoak, R. H., Method of producing a high density silicon carbide product. U.S. Patent 4,237,085, 1980.
- Srinivasan, M., Seshadri, S. G., and Weber, G. W., Microstructural effects on the mechanical properties of Hexoloy SA Silicon carbide. Presented at the 82nd Annual Meeting of the American Ceramic Society, Chicago, Ill. Carborundum Publication No. A-12,0,22. Carborundum CO., Niagara Falls, NY.
- SVANTE PROCHAZKA and R. J. CHARLES, Strength of Boron - Doped, Hot - Pressed Silicon Carbide. Cer. Bulletin, Vol.52, No.12, pp.885-891, 1973.
- Takayoshi ISE KI, Kenji ARAKWA, Hiroshi MATSUZAK and Hiroshige SUZUKI, Joining of Dense Silicon Carbide by Hot Pressing. Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology 12-1,0 okayama 2-chome , Meguro-Ker, Tokyo 152, 1982.
- Taylor K.M., Cold molded dense silicon carbide articles and method of making the same. U.S. patent 3,205,043, 1965.
- TOSIKAZU SAKAI and TOSHIHIKO AIKAWA, Phase Transformation and Thermal Conductivity of Hot - Pressed Silicon Carbide Containing Alumina and Carbon. J. Am. Ceram. Soc., Vol.71, No.1, pp. C-7-C-9, 1988.
- Venkateswaran, V., Halstead, J.M., and Mchosky, B., Synthesis of high-purity sinterable silicon carbide powders. In Proc. of the 23rd Automotive Technology Development Contractors' Coordination Meeting, P-165, pp.185-190, 1985. Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA.

- Watson, G. K., Moore, T. J., and Millard, M. L., Effect of hot isostatic pressing on the properties of sintered alpha silicon carbide. Cer. Soc. Bull., Vol 64 NO. 9 , pp.1253-1256, 1985.
- Whited, D.A., Oleff, S., and Fox, J.R., Preparation of silicon carbide from organosilicon gels : II, Gel pyrolysis and SiC Characterization. Adv. Cer. Matls, 2(1), pp.53-59, 1987b.
- Yamada, K., Mouri, M. and Nomura, Y., Method for manufacturing high-strength sintered silicon carbide articles. U.S. Patent 4,562,040, 1985.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. CENTRIFUGAL PARTICLE SIZE ANALYSER รุ่น SA-CP3 จากบริษัท SHIMADZU CORPORATION เป็นทั้ง gravitational และ centrifugal sedimentation วัดขนาดและการกระจายตัวของ particle โดย photometric method ดังรูปที่ 53

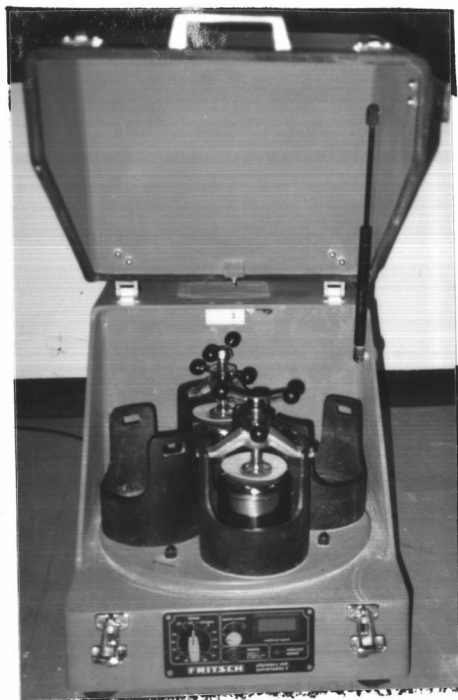


รูปที่ 53 Shimadzu Centrifugal Particle Size Analyzer Model SA-CP3

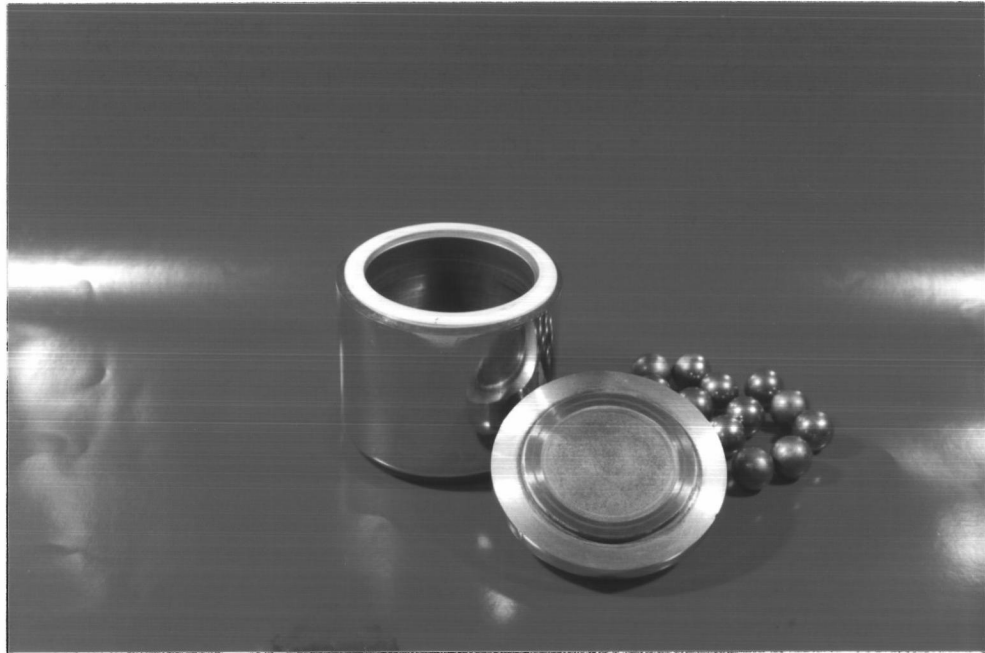
2. เครื่องบดผสมสารความเร็วสูง (Planetary Mixer & Mill) จากบริษัท FRITSCH GMBH, ดังรูปที่ 54 ประเทศเยอรมันนี่ คือเครื่องมือที่ใช้ในการบดสารให้มีขนาดเล็กลงหรือผสมสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน เครื่องบดผสมสารความเร็วสูงสามารถบดได้ครั้งละ 2, 4 หรือ 8 หม้อพร้อมๆ หม้อบดเป็นหม้อบดทังสเตนคาร์ไบด์ ดังรูปที่ 55 กันโดยการใช้แต่ละครั้งหม้อบดที่อยู่ตรงข้ามกันจะต้องมีน้ำหนักเท่าๆ กัน

ข้อดีของเครื่องบดผสมความเร็วสูง

1. ให้ประสิทธิภาพในการบดสารสูง โดยให้พลังงานในการตกกระทบของลูกบอลสูงทำให้ประหยัดพลังงาน
2. สามารถบดสารที่มีความแข็งสูงได้ตามต้องการ
3. สามารถบดสารให้ได้ความละเอียดสูง สารที่บดได้มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอนในเวลารวดเร็ว
4. ไม่เกิดการเจือปนจากสารภายนอก เนื่องจากระบบปิดที่สมบูรณ์แบบ
5. ทำความสะอาดง่าย
6. สามารถตั้งเวลาในการบดได้



รูปที่ 54 เครื่อง FRITSCH Planetary Mixer & Mill



รูปที่ 55 หม้ออบและลูกอบคังสแตนคาร์ไบด์

3.1.3 เครื่องอัดขึ้นงานใช้ความร้อนสูง Hot Press

ผลิตโดยบริษัท FUJIDEMPA KOGYO รุ่น High - Multi 5000 FV PHP-R-5 FRET-25 ดังรูปที่ 56 การใช้เครื่องมืออัดขึ้นงานใช้ความร้อนสูงเป็นเทคนิคการขึ้นเทอร์ริงสาร อีกวิธีหนึ่งเครื่องมือชนิดนี้จะช่วยในการให้ข้อมูลการทำขึ้นเทอร์ริงของสารว่าจะต้องใช้อุณหภูมิเท่าใดและบรรยากาศในการเผาเป็นแบบใด เป็นการประหยัดเวลาและพลังงาน การทำขึ้นเทอร์ริงโดยใช้เครื่องมือชนิดนี้สามารถเพิ่มอัตราการเร่งในการเผาได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบการให้ความร้อน เนื่องจากระบบการให้ความร้อนเป็นแบบ induction system จึงสามารถเร่งหรือลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วตามต้องการ mould ที่ใช้ดังรูปที่ 57



รูปที่ 56 เครื่อง Hot Press High - Multi 500 FV PHP-R-5 FRET-25

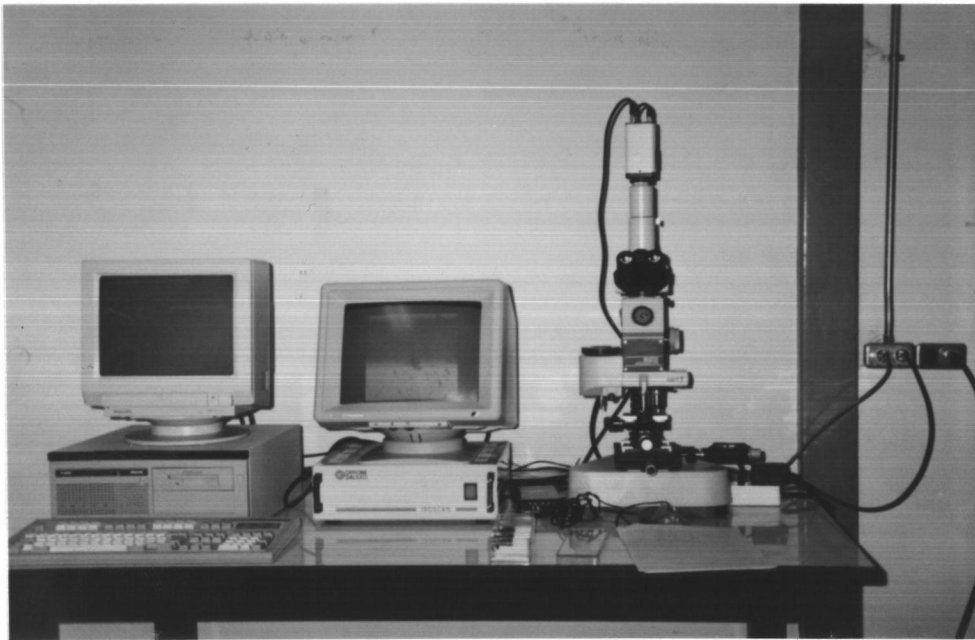


รูปที่ 57 แม่พิมพ์คาร์บอน (Mould Carbon) ในกา Hot Press

ตารางที่ 19 Specification เครื่อง Hot Press High Multi 5000 FV
 PHP-R-5-FRET-25

Model	FVPHP-R-FRET-25
Press force	5 Tons
Test-piece case (mm.)	120 dia. x 110 H.
Die dimension (mm.)	Max. 2300° C nor 2200° C
Trial for temp. rise 60 min.	(Ordinary up to 2200° C
Temperature controller	PID
Vacuum Degree	6.65×10^{-3} Pa (5×10^{-5} Ton)
Atmosphere	N ₂ , Ar
	Automatic pressure control
	0.05 - 9.5 Kg/cm ²
Electric Power	30 50/60 Hz 200/220V 30KVA
Cooling water	35 l/min, 2-4 Kg/cm ²

4. เครื่อง Isoscan AC Plus Micro-Hardness Testers เป็นเครื่องทดสอบความแข็งผลิตโดย Officine Galileo Settore Automazione Industriale จากประเทศอิตาลี สามารถทดสอบความแข็งตามระบบ Vickers และระบบ Knoop ให้ผลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม ดังรูปที่ 58



รูปที่ 58 เครื่องทดสอบความแข็ง ISOSCAN Plus Micro - Hardness Testers

5. เครื่อง High Precision Machine เป็นเครื่องมือที่ใช้เตรียมชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบทางกลที่มีความแม่นยำสูง คือสามารถตัด (cutting) เซาะร่อง (slotting) หรือ ขัดตกแต่งผิว (profile grinding) ปรับตำแหน่งชิ้นงาน ทั้ง 3 มิติ คือแกน X, Y และ Z การศึกษาสมบัติทางกลของชิ้นงานวิศวกรรม มีความจำเป็นจะต้องเตรียมชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามมาตรฐานสากลและมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เช่นการ เตรียมชิ้นงานสำหรับ bending test สารซิลิกอนคาร์ไบด์เป็นสารที่มีความแข็งสูงมาก ดังนั้นการตัดแต่งให้มีรูปร่างและขนาดตามต้องการจึงต้องอาศัยเครื่องมือดังกล่าว เครื่อง High Precision Machine ผลิตโดยบริษัท Berney Fabrique De Machine ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ดังรูปที่ 59



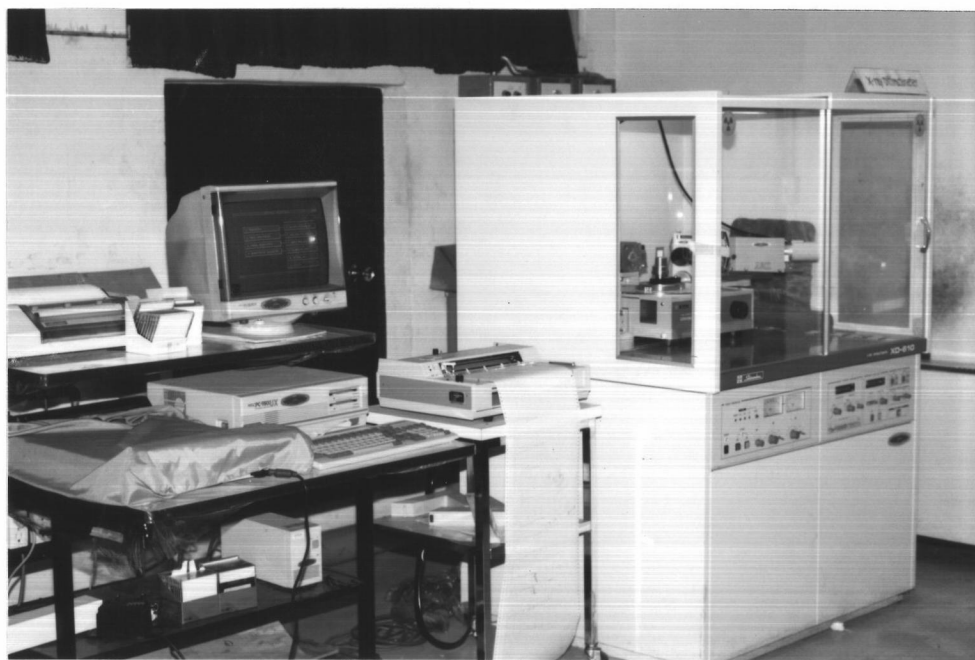
รูปที่ 59 เครื่อง High Precision Machine

6. Scanning Electron Microscope (SEM) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่อาศัยการสาดคลื่นอิเล็กตรอนไปบนผิวตัวอย่างที่วิเคราะห์เพื่อศึกษาลักษณะจุลโครงสร้างและรูปลักษณ์พื้นฐานของความต่อเนื่อง หรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคุณลักษณะระบบผลึกของ powder เครื่องที่แสดงผลิตโดย JEOL รุ่น JSM - T 330 A ดังรูปที่ 60 ซึ่งติดตั้งเครื่อง EDS (Energy Dispersive Spectrometer) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของสารในธาตุ



รูปที่ 60 เครื่อง Scanning Electron Microscope

7. X - Ray Diffractometer เป็นเครื่องใช้วิเคราะห์โครงสร้างระบบผลึก ซึ่งใช้ในงานวิจัยและพัฒนา เครื่องที่แสดงผลผลิตโดยบริษัท Shimadzu รุ่น XD - 610 ดังรูปที่ 61



รูปที่ 61 เครื่อง X - Ray Diffractometer XD - 610

ตารางที่ 20 แสดงประโยชน์ของเครื่อง X - Ray Diffractometer

สาขา	สิ่งที่ศึกษา
ทางเคมี	โครงสร้างและมุมของระบบผลึก ในทางปฏิกิริยาและตัวกระตุ้น โครงสร้างทางชีววิทยา เช่น แคลคูล
ทางด้านโลหะ	โครงสร้างของชั้นผิวหน้า โครงสร้างของผลิตภัณฑ์การกัดกร่อน
ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์	การหันเหของระบบผลึก โครงสร้างของมัลติเพิลเลเซอร์ และทินเลเซอร์
ทางด้านโพลิเมอร์	ปริมาณตัวเติมในโพลิเมอร์ มุมของระบบผลึกโพลีเอธิลีน การหันเหของยาง
ทางด้านแร่	รายละเอียดของสารที่เป็นผลึก และสารอัญรูป รายละเอียด ของสารผสมและสารประกอบการเปลี่ยนเฟสภายใต้ความร้อน
ทางด้านมลภาวะ	ปริมาณกรดซิลิซิค ปริมาณแอสเบสตอส

8. SHIMADZU UNIVERSAL TESTING MACHINE เป็นเครื่องวัดความเค้นแรงตัดโค้ง (bending strength) รุ่น DSS - 10T ผลิตโดยบริษัท SHIMADZU ดังรูปที่ 62 มีแรงกดในการใช้กดสูงสุด 10 ตัน และแรงกดน้อยที่สุด 0.01 กิโลกรัม สามารถติดเตาไฟฟ้าเพื่อวัดที่อุณหภูมิสูง 300 - 900° C ได้ มี speed test 0.2 มม./นาที ถึง 500 มม./นาที LOAD CELL ที่ใช้มี 3 ขนาด คือ

- 1 กก. ถึง 10 ตัน
- 0.01 กก. ถึง 100 กก.
- 0.05 กก. ถึง 500 กก.

สามารถใช้งานได้หลายชนิด คือ ทดสอบแรงดึง (Tensile Test) สำหรับโลหะ, แรงกด (Compressive Test) สำหรับโลหะ เซรามิกและไม้, ทดสอบความเค้นแรงตัดโค้ง (Bending Test) สำหรับโลหะ เซรามิก และไม้ และทดสอบแรงบิด (Torsion Test) สำหรับโลหะ



รูปที่ 62 เครื่อง SHIMADZU UNIVERSAL TESTING MACHINE

ประวัติผู้เขียน

นางสาว จุฑามาส จิตต์เจริญ เกิดเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2511 ที่จังหวัด
ชลบุรี สำเร็จการศึกษาวិทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปี พ.ศ. 2534

