

A pásztázó proton mikroszkop telepítése és tudományos alkalmazásai

Rajta István

Témavezető: Kiss Árpád Zoltán
a fiz. tud. doktora



MTA Atommagkutató Intézet
Debrecen, 1996.

TÉZISEK

A pásztázó proton mikroszkop mérőrendszert telepítettem az 5 MV-os Van de Graaff gyorsítóra, amelynek eredményeképpen lehetővé vált az 1 μm méretű proton-, illetve He^+ nyaláb elállítása az ionnyaláb analitikai módszerek számára [1].

TÉZISEK

A szekunder elektronok mintára való visszavezetése érdekében szupresszor elektródát terveztem és valósítottam meg, felhasználva a korábban szerzett elektronoptikai tapasztalataimat [14]. Erre azért volt szükség, mert a mintáról elszökő szekunder elektronok a mért áramerősséget meghamisítják, de az elektronok visszaszorításával ez megakadályozható.

TÉZISEK

A mikroszondán megvalósítottam a PIGE és az RBS módszereket. A PIGE a mikroszondáknál nem szokványos módszer. Segítségével lehetőség nyílt könnyű elemek nyomnyi mennyiségeinek roncsolásmentes analízisére.

TÉZISEK

A Nagylózs-1. számú, Gy_r-Zámoly és Gönyü mélyfúrásokból származó 22 darab szferula mikro-PIXE analízisét végeztem el, amelyek többsége az üvegszer_, kisebb hányaduk pedig a vastartalmú szferulák csoportjába tartozott [2], [3]. Az üvegszer_ szferulák analíziséből megállapítható, hogy nem sorolhatók a mikrotektitek közé, azoknál jóval gazdagabbak szilíciumban. Az extraterresztrikus kalciumban gazdag formációk és holdk_zetek elemi összetétele nagymértékben hasonlít az általam meghatározott összetételre. A mágneses szferulák analízise alapján a következő genetikai típusok jelenléte volt meghatározható: meteoritpor, impaktit, vulkáni eredet.

TÉZISEK

A felsőpetényi mélyfúrásból, a Fekete-Körös vidéki torlatokból, valamint a kabai meteorit becsapódás környékéről származó szferulák (43 darab) esetében az a tény állapítottuk meg, hogy a különböző genetikájú és méretű szferulák szinte kivétel nélkül tartalmaztak rézet vagy cinket, illetve mindkettőt. A szételegyedett anyagú szferulák esetében a cink a vastartalmú köpenyhez kötődik, míg a réz megmarad a szilikát környezetben [4], [11].

TÉZISEK

Aeroszolok egyedi szemcséinek analízise során 33 darab egyedi szemcsét, és több szemcsecsoportot vizsgáltam meg mikro-PIXE módszerrel. A vizsgált aeroszol egyedi szemcséket elemi koncentráció adataik alapján csoportosítottam. Megállapítottam, hogy a legtöbb szemcse egymáshoz hasonló, ezért egy csoportba tartozik, de jelen van néhány kiugróan különböző elemekkel jellemezhető szemcse is. Az egyedi szemcséken végzett mikro-PIXE mérések eredményei megerősítik mások röntgen diffrakciós vizsgálatokból levont következtetéseit, miszerint a vas nagyobb mennyiségben kötődik az alumínium oxidhoz, mint a Na-Ca földpáthoz. A kutatás további kidolgozást igényel, de az eddigi tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy a módszer alkalmas az egyedi aeroszol szemcsék vizsgálatára, és a továbbfejlesztés is lehetséges kisebb nyalábméretetek megvalósításával [5], [6], [13].

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A pásztázó proton mikroszonda
telepítése és tudományos alkalmazásai**

Rajta István

Témavezető: Kiss Árpád Zoltán
a fiz. tud. doktora

MTA Atommagkutató Intézet
Debrecen, 1996.

I. El_zmények, célkit_zések

Napjainkban a mikroszkóptechnika felhasználóinak érdekl_dése a csupán morfológiai megfigyelés lehet_sége mellett egyre inkább az analitikai információk felé is kiterjed. A mikroszkopikus analitikával szemben támasztott további követelmény, hogy a kapott információ a minta egy adott koordinátájú, kis méret_, jól meghatározott helyéhez legyen rendelhet_. Az ilyen típusú helyzetérzékeny analitikai tudás birtokában a tudomány különböz_területein (ásványtan, geológia, metallurgia, biológia, orvostudomány, stb.) az alapkutatás továbbviteléhez kapunk újabb eszközt.

Ez az érdekl_dés teremtette meg az alapját a különböz_típusú mikroszondák kifejlesztésének. Ezen berendezések m_ködése azon alapul, hogy a vizsgálandó minta egy kicsiny felületdarabját besugározzák egy kis átmér_j_részecskenyalábbal, a keletkez_jeleket pedig a minta analitikai jellemzésére használják fel. A pásztázás megvalósításával további el_nyös tulajdonságok nyerhet_k, hiszen így lehet_vé válik a minta elemeinek laterális térképezése is. A mikroszondák egyik legújabb típusa a MeV energiájú ionokkal (általában protonokkal) m_köd_pásztázó proton mikroszonda.

Jelen értekezés alapjául az MTA Atommagkutató Intézetében az OTKA M_szerközpont pályázata segítségével megvalósított pásztázó proton mikroszonda felépítése során szerzett tapasztalataim, illetve az elkészült berendezésen végzett kutatási eredményeim szolgálnak.

II. Analitikai módszerek

Munkám során f₂-ként a PIXE módszert alkalmaztam; ez az alumíniumnál nehezebb elemekre multieleemes, roncsolásmentes, nyomelem analitikai technika. Egyéb megvalósítható ionnyaláb analitikai technikák közül a PIGE és az RBS módszerrel végeztem kísérleteket.

III. Saját tudományos eredmények

1. A pásztázó proton mikroszkop mérési rendszert telepítettem az 5 MV-os Van de Graaff gyorsítóra, amelynek eredményeképpen lehetővé vált az 1 μm méretű proton-, illetve He⁺ nyaláb elállítása az ionnyaláb analitikai módszerek számára [1]. Az 1 μm-es nyalábméret elérése után a mikroszkopon a PIXE analitikai módszer megvalósítása során felmerülő következő problémákat oldottam meg:

a. A szekunder elektronok mintára való visszavezetése érdekében szupresszor elektródát terveztem és valósítottam meg, felhasználva a korábban szerzett elektronoptikai tapasztalataimat [14]. Erre azért volt szükség, mert a mintáról elszökő szekunder elektronok a mért áramerősséget meghamisítják, de az elektronok visszaszorításával ez megakadályozható.

b. A mikroszkopon megvalósítottam a PIGE és az RBS módszereket. A PIGE a mikroszkopoknál nem szokványos módszer. Segítségével lehetőség nyílt könnyű elemek nyomnyi mennyiségeinek roncsolásmentes analízisére.

2. A pásztázó proton mikroszkopon kutatómunkám során a következő tudományos alkalmazásokban értem el eredményeket:

a. A Nagylózs-1. számú, Győr-Zámoly és Gönyü mélyfúrásokból származó 22 darab

szferula mikro-PIXE analízisét végeztem el, amelyek többsége az üvegszer_, kisebb hányaduk pedig a vastartalmú szferulák csoportjába tartozott [2], [3]. Az üvegszer_ szferulák analíziséből megállapítható, hogy nem sorolhatók a mikrotektitek közé, azoknál jóval gazdagabbak szilíciumban. Az extraterresztrikus, kalciumban gazdag formációk és holdk_zetek elemi összetétele nagymértékben hasonlít az általam meghatározott összetételre. A mágneses szferulák analízise alapján a következ_ genetikai típusok jelenléte volt meghatározható: meteoritpor, impaktit, vulkáni eredet_ szemcse.

b. A fels_petényi mélyfúrásból, a Fekete-Körös vidéki torlatokból, valamint a kabai meteorit becsapódás környékéről származó szferulák (43 darab) esetében azt a tényt állapítottuk meg, hogy a különböz_ genetikájú és méret_ szferulák szinte kivétel nélkül tartalmaztak rézet vagy cinket, illetve mindkett_ t. A szételegyedett anyagú szferulák esetében a cink a vastartalmú köpenyhez köt_dik, míg a réz megmarad a szilikát környezetben [4], [11].

c. Aeroszolak egyedi szemcséinek analízise során 33 darab egyedi szemcsét, és több szemcsecsoportot vizsgáltam meg mikro-PIXE módszerrel. A vizsgált aeroszol egyedi szemcséket elemi koncentráció adataik alapján csoportosítottam. Megállapítottam, hogy a legtöbb szemcse egymáshoz hasonló, ezért egy csoportba tartozik, de jelen van néhány kiugróan különböz_ elemarányokkal jellemezhet_ szemcse is. Az egyedi szemcséken végzett mikro-PIXE mérések eredményei meger_sítik mások röntgen diffrakciós vizsgálatokból levont következtetéseit, miszerint a vas nagyobb mennyiségben köt_dik az alumínium augithoz, mint a Na-Ca földpáthoz. A kutatás további kidolgozást igényel, de az eddigi tapasztalatok alapján kijelenthet_, hogy a módszer alkalmas az egyedi aeroszol szemcsék vizsgálatára, és a továbbfejlesztés is lehetséges kisebb nyalábméretetek megvalósításával [5], [6], [13].

Az értekezés témájában megjelent közlemények

(a) Folyóiratokban és konferencia összefoglalókban megjelent munkák

1. **I. Rajta**, I. Borbély-Kiss, Gy. Móri, L. Bartha, E. Koltay, Á.Z. Kiss: *The New ATOMKI Scanning Proton Microprobe*, Nuclear Instruments and Methods **B109/110** (1996) 148-153.
2. **I. Rajta**, I. Borbély-Kiss, Gy. Ször, Gy. Móri, L. Bartha, E. Koltay, Á.Z. Kiss: *The Debrecen Scanning Proton Microprobe Facility and its Applications to Geological Samples* a kézirat nyomdában a Nuclear Instruments and Methods B c. folyóiratban;
(5 oldal)
3. I. Borbély-Kiss, **I. Rajta**, I. Beszed, Gy. Ször: *The Investigation of Spherules by ATOMKI Scanning Proton Microprobe*, Antarctic Meteorites XX, Papers presented to the Twentieth Symposium on Antarctic Meteorites, June 6 - 8, 1995, National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan, p. 16-21.
4. **I. Rajta**, O. Kákay-Szabó, I. Borbély-Kiss, Á.Z. Kiss: *Analysis of Various Types of Extraterrestrial Spherules by Scanning Proton Microprobe*, Proceedings of the International Meeting Spherules and Global Events, KFKI-1996-05/C REPORT, Budapest, (1996) 99-105.
5. E. Koltay, I. Borbély-Kiss, Gy. Szabó, Á.Z. Kiss, **I. Rajta**, E. Somorjai, E. Mészáros, Á.

Molnár, L. Bozó: *Characterization of Regional Atmospheric Aerosols over Hungary* by PXE
Elemental Analysis, Nahres-19, IAEA, Vienna (1993) 117-123.

6. E. Koltay, I. Borbély-Kiss, Gy. Szabó, Á.Z. Kiss, **I. Rajta**, E. Somorjai, E. Mészáros, Á.
Molnár, L. Bozó: *Characterization of Regional Atmospheric Aerosols over Hungary* by PXE
Elemental Analysis, Nahres-26, IAEA, Vienna (1995) {9-1}-{9-11}

(b) *El_adások*

7. **Rajta I.**: *Elemösszetev_k meghatározása tengeri kagylók héjának metszetében pásztázó proton mikroszondával*, XII. Magyar Magfizikus Találkozó, Debrecen, 1994. augusztus 29-31.

8. Á.Z. Kiss, **I. Rajta**, I. Borbély-Kiss, Gy. Móri, L. Bartha, E. Koltay: *The New Debrecen Scanning Proton Microprobe Facility*, Accelerator Laboratory, University of Helsinki, Helsinki, Finland, June 20, 1995.

9. Kiss Á.Z., **Rajta I.**, Borbély-Kiss I., Móri Gy., Bartha L., Koltay E.: *Pásztázó proton-mikroszonda az Atomki-ban*, A Magyar Tudományos Akadémia Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete 1995. évi (4.) közgy_léssel egybekötött tudományos ülése. Nyíregyháza, 1995. szeptember 29-30. (El_adások

összefoglalói: p.43)

10. **I. Rajta**, I. Borbély-Kiss, Gy. Móri, L. Bartha, E. Koltay, Á.Z. Kiss, K. Vad: *Nuclear Microscopy at Debrecen*, Accelerator Based Materials Science, Kocovce, Slovakia, 6-9 Nov, 1995, Abstr. B.1. p.22.

11. Á. Hadnagy, Gy. Ször, **I. Rajta**, I. Beszed: *SEM-EDAX and PIXE Analysis on the Spherules of the Crisu Negru (Fekete Körös) Area, Romania*. Abstracts of the International Meeting Spherules and Global Events, Budapest, Hungary, 14-16 Nov, 1995.

12. I. Borbély-Kiss, T. Gesztelyi, Z. Elekes, **I. Rajta**, E. Koltay, Á.Z. Kiss: *Investigation of Classical Ring-Stones and their Imitations*, 5th International Conference on Non-Destructive Testing, Microanalytical Methods and Environmental Evaluation for Study and Conservation of Works of Art, September 24-28, 1996, Budapest, (beküldve: 12 oldal)

13. E. Koltay, I. Borbély-Kiss, Gy. Szabó, Á.Z. Kiss, **I. Rajta**, E. Somorjai, E. Mészáros, Á. Molnár, L. Bozó: *Characterization of Regional Atmospheric Aerosols over Hungary and Analysis of Individual Volcanic Particulates by PIXE Elemental Analysis*, 3rd Research Coordination Meeting, IAEA, Kingston, Jamaica, October 23-27, 1996. (beküldve: 39 oldal)

Az értekezés témájához kapcsolódó egyéb közlemények

14. D. Varga, K. T_{ék}ési, **I. Rajta**: *Design of an Electrostatic Electron Spectrometer for Simultaneous Energy and Angular Distribution Measurements*, J. of Electron Spectroscopy and Rel. Phenom. **76** (1995) 433-436.

15. Balogh K., Csige I., Hakl J., Hertelendi E., Hunyadi I., Koltay E., Kovách Á., **Rajta I.**: *Fejezetek a környezetfizikából*, (szerk.: Koltay E.) KLTE Egyetemi jegyzet, Debrecen 1994.