

Φασματομετρία Ατομική Εκπομπής Μικροκυματικού Πλάσματος MP – AES



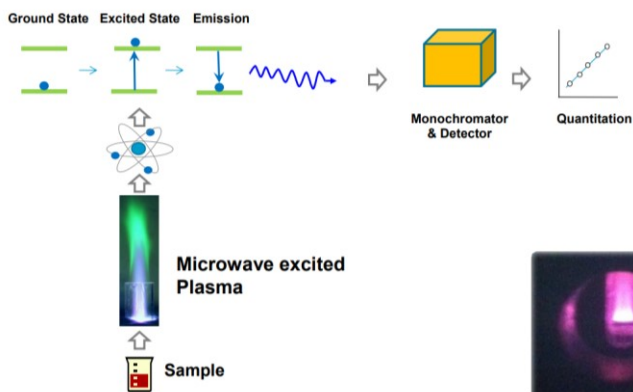
1

1

MP-AES

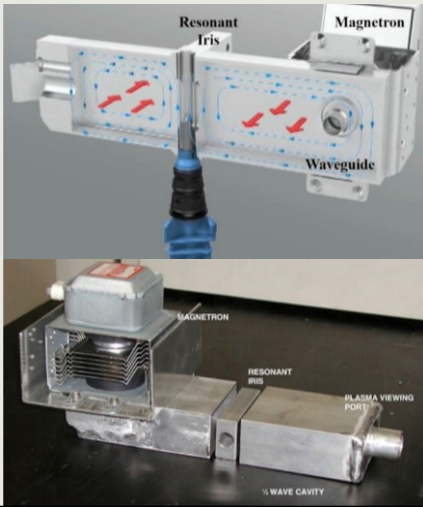
- Αποτελεί παραλλαγή του ICP-AES
- Αντί για τη χρήση Αργού, χρησιμοποιείται Αζώτο.
- Η παραγωγή του Αζώτου γίνεται μέσω μιας γεννήτριας, μειώνοντας το κόστος ανάλυσης.
- Η μέση θερμοκρασία του πλάσματος είναι από 10000 Κ στο Αργό, μειώνεται στους 5000 Κ.
- Η πατέντα ανήκει ακόμη στην εταιρεία Agilent από το 2012.

Microwave Plasma Emission Overview



2

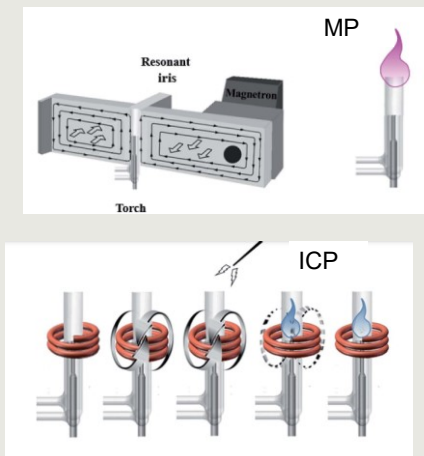
MP-AES Αρχή Λειτουργίας



- Η παραγωγή των μικροκυμάτων είναι όπως στον οικιακό **φούρνο μικροκυμάτων**.
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία παράγεται από το μάγνητρο (magnetron) συχνότητας 2,45 GHz.
- Η ακτινοβολία μεταφέρεται με ένα **κυματοδηγό (waveguide)** σε μια **κοιλότητα συντονισμού (resonant cavity)**.
- Ο πυρσός τοποθετείται μεταξύ διαφράγματων που δημιουργούν μια χωρική δομή που ονομάζεται **ίριδα συντονισμού (resonant iris)**
- Σκοπός της ίριδας συντονισμού είναι να **ενισχύσει** τις εντάσεις του μαγνητικού και ηλεκτρικού πεδίου του στάσιμου κύματος ώστε να είναι ικανές να προκαλέσουν ανάφλεξη και διατήρηση του πλάσματος.

3

MP-AES Αρχή Λειτουργίας

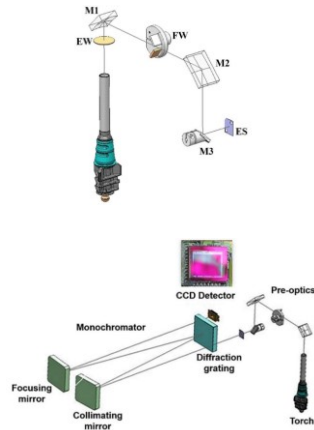


- Το χρώμα του πλάσματος **ροζ**
- Η διάταξη του πυρσού πρέπει να είναι **κάθετη** στην κοιλότητα συντονισμού επιτρέποντας:
- **Μόνο** την αξονική παρατήρηση
- Χρήση **μοριακών** αερίων (N_2) σε αντίθεση με το ICP (Ar)
- Το πλάσμα έχει μια **ελλειψοειδής** μορφή σε σχέση με την κυκλική του ICP

4

MP-AES- Οπτικό Σύστημα

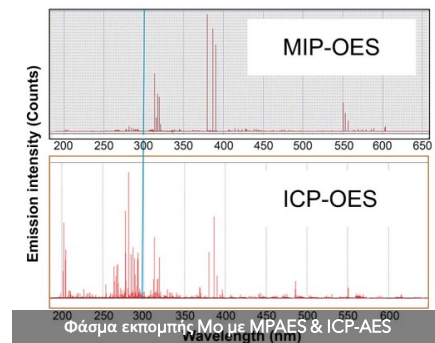
- Υπάρχει ένα προ-οπτικό σύστημα που συγκεντρώνει την ακτινοβολία και την οδηγεί στον μονοχρωμάτορα.
- Χρησιμοποιείται ένας μονοχρωμάτορας Czerny-Turner (εστιακή απόσταση 600 mm) και έναν ανιχνευτή CCD (Charge-coupled device, συσκευή σύζευξης φορτίου) με ψύξη Peltier



5

MP-AES- Οπτικό Σύστημα

- Χαμηλότερη θερμοκρασία πλάσματος:
- Απλούστερο φάσμα εκπομπής
- Χρήση κυρίως ατομικών γραμμών (I) σε σχέση με τις ιοντικές (II).



6

MP-AES- Όρια Ανίχνευσης

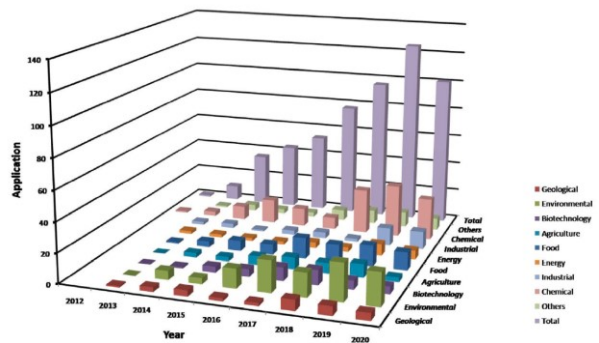
- Αποτελεί μια φθηνή τεχνική για την αντικατάσταση της Ατομικής Απορρόφησης με φλόγα
- Το όριο ανίχνευσης είναι συγκρίσιμα με του ICP-AES.
- Σε αρκετές εφαρμογές μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οικονομικότερη τεχνική του ICP-AES.

Element	F-AAS ng/ml [152]	MP-AES ng/ ml [4]	ICP-AES ng/ml [153]	ICP-MS pg/ml [154]
P	50,000	33	30	-
Zn	1	2.8	1	1.6
Au	6	1.8	20	0.03
Ag	1	0.5	1	0.03
Pt	40	4.5	-	0.04
Pd	-	3.8	-	0.05
Cd	0.5	1.4	1	0.06
Be	2	0.1	0.1	0.4
Al	30	0.6	3	0.9
B	1000	1.3	1	6.9
Mn	1	0.25	0.4	0.7
Mg	0.1	0.12	0.1	1.1
Bi	20	24.4	-	0.01
Ti	50	7.9	0.5	0.6
Cu	1	0.6	1	0.4
Ni	4	1.3	-	22
Mo	30	1.5	3	0.1
Fe	5	1.6	2	571
Pb	10	2.1	10	0.04
Cr	2	0.4	2	6.1
Ca	1	0.05	0.02	-
Na	0.2	0.12	3	25
Li	0.5	0.01	0.3	0.5
K	1	0.65	20	-
V	-	-	-	2.3

7

7

MP-AES Εφαρμογές (2012-2020)



8

8

MP-AES- Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό κόστος λειτουργίας, καθώς χρησιμοποιεί άζωτο που εξάγεται από γεννήτρια αζώτου
- Απουσία εύφλεκτων και τοξικών αερίων (π.χ. ακετυλένιο, υποξείδιο του αζώτου)
- Εύκολος προσδιορισμός στοιχείων που σχηματίζουν καρβίδιο, καθώς η θερμοκρασία του πλάσματος είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία της φλόγας
- Χαμηλότερα όρια ανίχνευσης από την FAAS, που, συνήθως, συγκρίνονται με αυτά του ICP-OES
- Ευρύτερο φάσμα στοιχείων που μπορούν να προσδιοριστούν σε σύγκριση με το FAAS.
- Τα αποτελέσματα λαμβάνονται γρήγορα – δυνατότητα ανάλυσης πολλαπλών στοιχείων, διαδοχικά
- Λιγότερες φασματικές παρεμποδίσεις και πιο ευκρινείς ατομικές φασματικές γραμμές σε σύγκριση με το ICP-OES, λόγω του ψυχρότερου πλάσματος αζώτου (5000 K) σε σχέση με το πλάσμα αργού (8000-10000 K)
- Ταυτόχρονη διόρθωση υποβάθρου
- Δεν απαιτούνται λυχνίες για την ανάλυση
- Σύγχρονο λογισμικό
- Ιδανικό για χρήση σε απομακρυσμένες περιοχές, καθώς δεν απαιτούνται παροχές αερίου, όπως αργό, ακετυλένιο ή οξείδιο του αζώτου.

Μειονεκτήματα

- Μεγαλύτερο αρχικό κόστος από FAAS
- Περισσότερες παρεμποδίσεις (συμπεριλαμβανομένων των φασματικών) από FAAS
- Υψηλότερα όρια ανίχνευσης από φούρνο γραφίτη (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry, GFAAS) ή το ICP-MS
- Μικρότερη ταχύτητα ανάλυσης συγκριτικά με το ICP-OES
- Δεν υπάρχει δυνατότητα προσδιορισμού ισοτόπων
- Απαιτήση για περιορισμό των ολικών διαλυμένων αλάτων (TDS), για να μην καταστραφεί ο πυρσός – περιορισμός στην αραιώση δειγμάτων, ώστε να μην μειωθεί υπερβολικά η συγκέντρωση του αναλύτη
- Απαιτείται προσοχή στο χειρισμό του πυρσού και των σωλήνων, μέσω των οποίων περνά το δείγμα, που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης