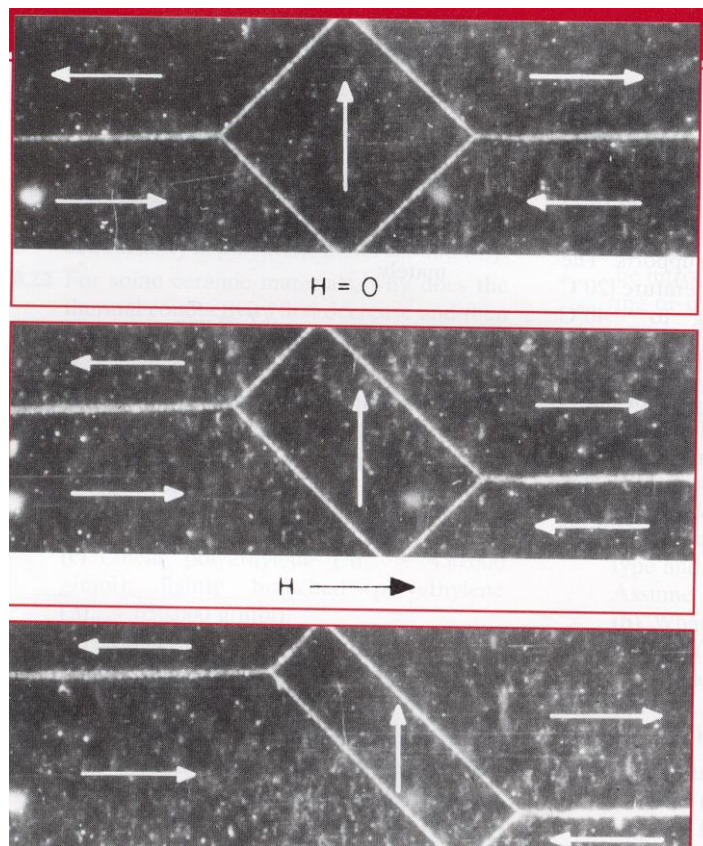


ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

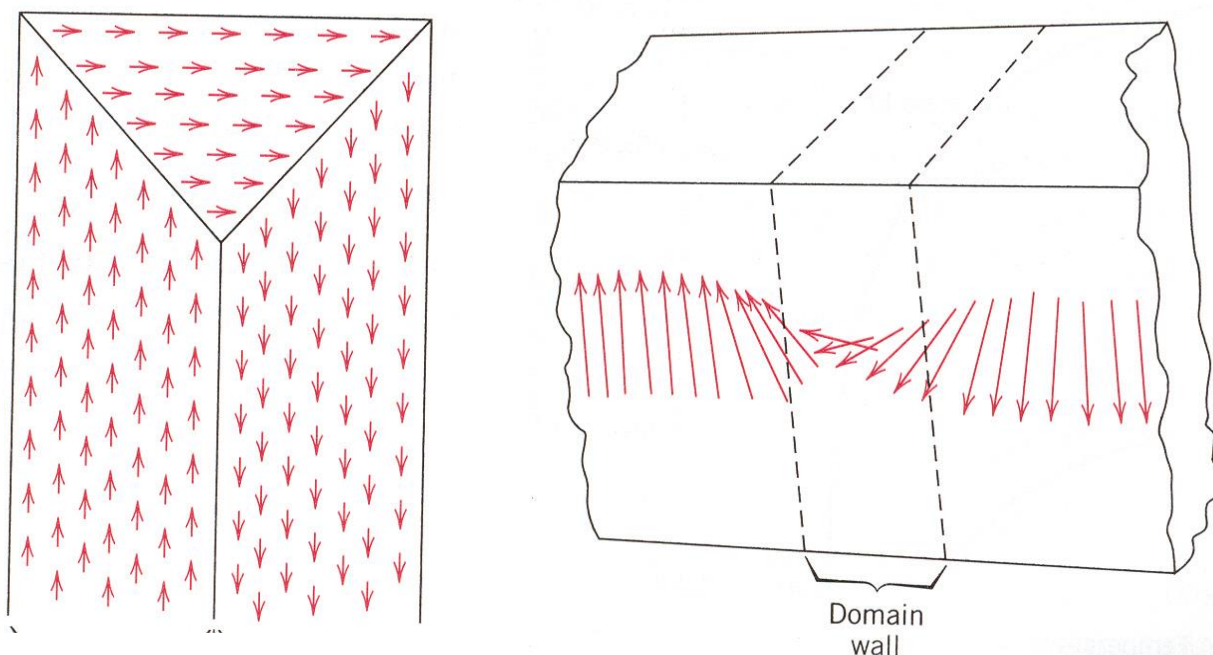
Οι μόνιμες μαγνητικές ροπές στα σιδηρομαγνητικά υλικά απορρέουν από τις ατομικές μαγνητικές ροπές εξαιτίας της ροπής λόγω σπιν του ηλεκτρονίου-μη εξουδετερωμένες ροπές του σπιν του ηλεκτρονίου σαν συνέπεια της ηλεκτρονιακής δομής. Υπάρχει επίσης και η συνεισφορά της τροχιακής μαγνητικής ροπής που είναι συνήθως μικρή σε σχέση με την ροπή του σπιν. Επιπλέον, σε ένα σιδηρομαγνητικό υλικό, οι αλληλεπιδράσεις σύζευξης προκαλούν τις μαγνητικές ροπές προσκείμενων ατόμων να προσανατολίζονται η μία με την άλλη, ακόμη και απουσία εξωτερικού πεδίου. Ο αμοιβαίος προσανατολισμός της στροφορμής του σπιν υπάρχει για τμήματα σχετικά μεγάλου όγκου του κρυστάλλου που ονομάζονται περιοχές Weiss ή απλά περιοχές.

Η μέγιστη δυνατή μαγνήτιση, ή **μαγνήτιση κόρου M_s** , ενός σιδηρομαγνητικού υλικού αντιπροσωπεύει την μαγνήτιση που απορρέει όταν όλα τα μαγνητικά δίπολα σε ένα τμήμα στερεού αμοιβαία προσανατολίζονται με το εξωτερικό πεδίο-υπάρχει επίσης και η αντίστοιχη **μαγνητική επαγωγή κόρου, B_s** . Η μαγνήτιση κόρου είναι ίση με το γινόμενο της συνολικής μαγνητικής ροπής για κάθε άτομο με το αριθμό των ατόμων που είναι παρόντα. Για καθένα από τον σίδηρο, κοβάλτιο και νικέλιο οι συνολικές μαγνητικές ροπές ανά άτομο είναι 2,22, 1,72, και 0,60 μαγνητόνες Bohr, αντίστοιχα.



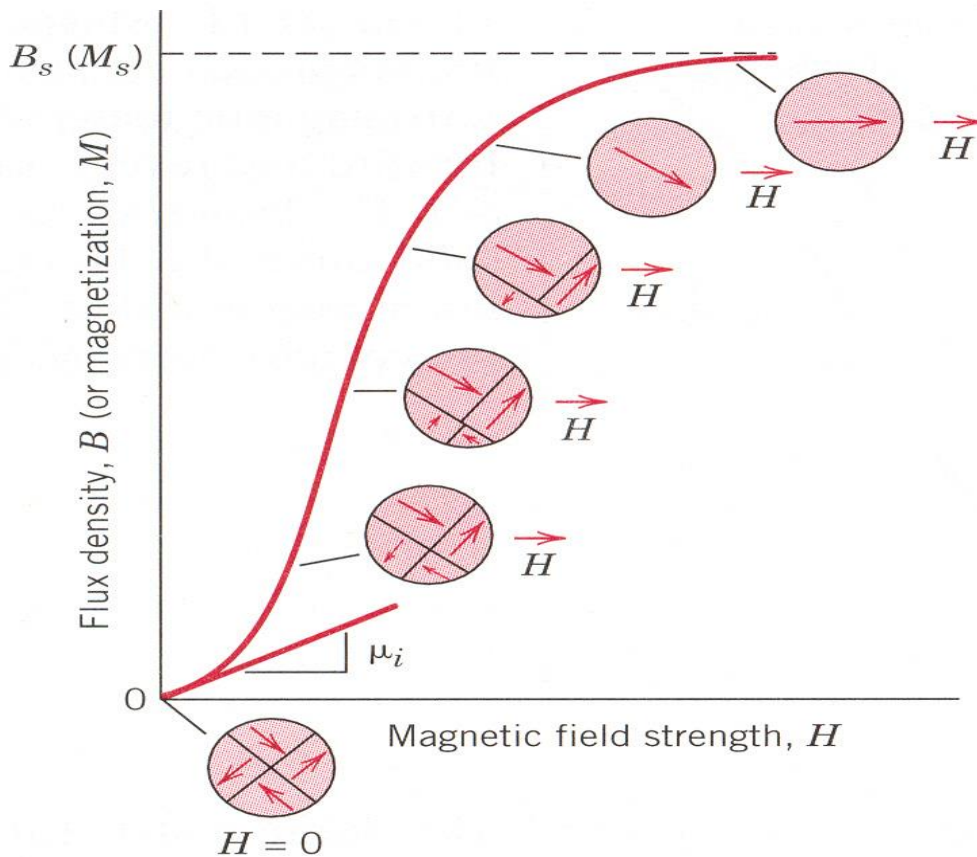
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Κάθε σιδηρομαγνητικό ή σιδηριμαγνητικό υλικό που βρίσκεται σε θερμοκρασία κάτω από την T_c αποτελείται από τμήματα μικρού όγκου στα οποία υπάρχει μια αμοιβαία ευθυγράμμιση στην ίδια διεύθυνση όλων των μαγνητικών διπολικών ροπών. Ένα τέτοιο τμήμα ονομάζεται **περιοχή**, και καθεμία από αυτές είναι μαγνητισμένη στην τιμή μαγνήτισης κορεσμού. Παρακείμενες περιοχές διαχωρίζονται από όρια περιοχών ή **τοιχία**, κατά μήκος των οποίων η διεύθυνση της μαγνήτισης σταδιακά αλλάζει.



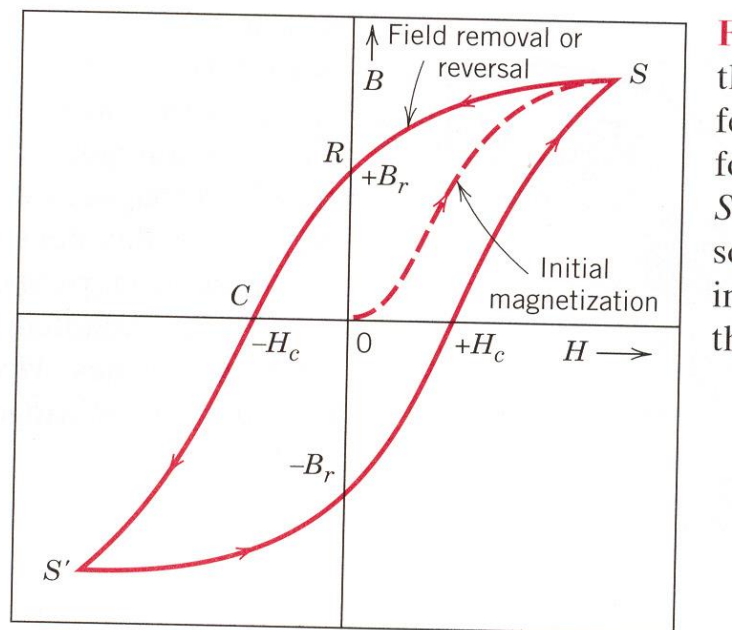
Φυσιολογικά, οι περιοχές είναι μικροσκοπικές σε μέγεθος, και για ένα πολυκρυσταλλικό δείγμα, κάθε κόκκος μπορεί να αποτελείται από περισσότερες από μία περιοχές. Έτσι, σε ένα μακροσκοπικό κομμάτι υλικού, θα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός περιοχών, και όλες μπορεί να έχουν διαφορετικές διευθετήσεις της μαγνήτισης. Το μέτρο του πεδίου M για το σύνολο του στερεού είναι το διανυσματικό άθροισμα των μαγνητίσεων όλων των περιοχών, όπου η συνεισφορά κάθε περιοχής εξαρτάται από το κλάσμα όγκου της. Για ένα δείγμα που δεν είναι μαγνητισμένο το διανυσματικό άθροισμα των μαγνητίσεων όλων των περιοχών, με κατάλληλο συντελεστή βάρους, είναι μηδέν.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΗΣΗ (πρώτη φορά μαγνητίζεται)



Η συμπεριφορά B - H για ένα σιδηρομαγνητικό ή σιδηριμαγνητικό υλικό που ήταν αρχικά απομαγνητισμένο. Παρουσιάζεται η διαμόρφωση μαγνητικών περιοχών κατά την διάρκεια αρκετών σταδίων μαγνητισμού. Δίνονται επίσης η πυκνότητα ροής κόρου B_s , μαγνήτιση κόρου M_s και **αρχική διαπερατότητα μ_i** . Η καμπύλη αρχίζει από την αρχή των αξόνων, και καθώς το H αυξάνεται, το πεδίο B αρχίζει να αυξάνεται αργά, μετά πιο απότομα και τελικά σταθεροποιείται και γίνεται ανεξάρτητο του H . Αυτή η μέγιστη τιμή του B είναι η **πυκνότητα ροής κόρου B_s** , και η αντίστοιχη μαγνήτιση είναι η **μαγνήτιση κόρου M_s** .

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΗΣΗ (συνέχεια μαγνήτισης)



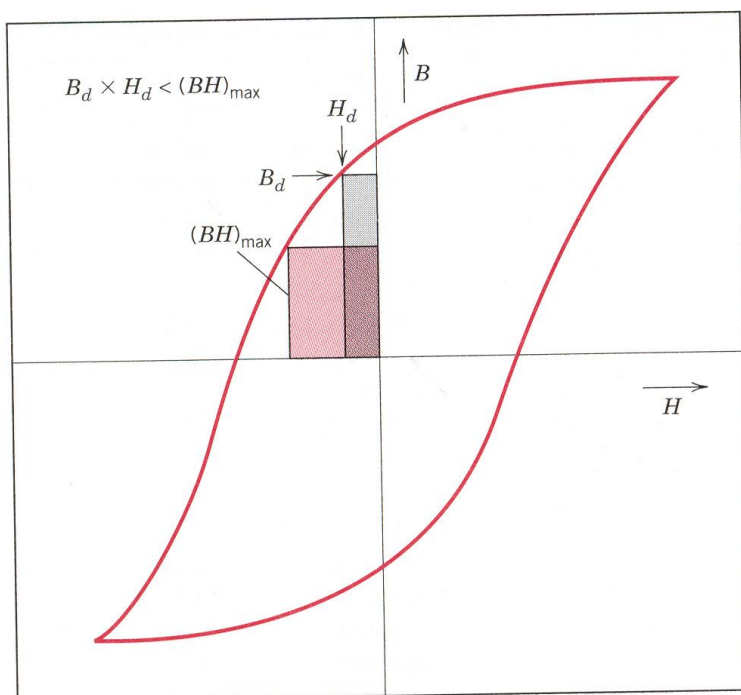
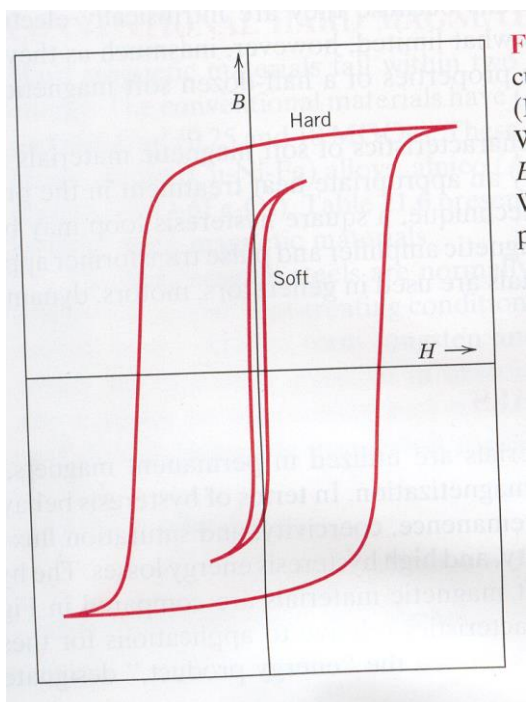
Πυκνότητα μαγνητικής ροής σε συνάρτηση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου για ένα σιδηρομαγνητικό υλικό που υπόκειται σε ευθείς και αντίστροφους κορεσμούς (σημεία S και S'). Ο βρόχος υστέρησης παρουσιάζεται από την συνεχή γραμμή. Η στιγματισμένη καμπύλη παρουσιάζει την αρχική μαγνήτιση. Παρουσιάζονται επίσης το **παραμένον B_r** και η **συνεκτική δύναμη H_c** .

ΜΑΛΑΚΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα σιδηρομαγνητικά και σιδηριμαγνητικά υλικά κατηγοριοποιούνται είτε σαν **μαλακά** είτε σαν **σκληρά** με βάση τα χαρακτηριστικά των υστερήσεών τους. Τα μαλακά μαγνητικά υλικά χρησιμοποιούνται σε συσκευές που βρίσκονται μέσα σε εναλλασσόμενα μαγνητικά πεδία και στις οποίες οι απώλειες ενέργειας πρέπει να είναι μικρές και ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι πυρήνες μετασχηματιστών. Για αυτό τον λόγο το σχετικό εμβαδόν μέσα σε ένα βρόχο υστέρησης πρέπει να είναι μικρό ενώ ο ίδιος είναι χαρακτηριστικά λεπτός και στενός, όπως φαίνεται στο σχήμα 21.16. Συνεπώς, ένα μαλακό μαγνητικό υλικό πρέπει να έχει μια αρχική υψηλή μαγνητική διαπερατότητα και μικρή συνεκτικότητα. Ένα υλικό που έχει αυτές τις ιδιότητες πρέπει να μπορεί να φτάσει την μαγνήτιση κόρου του με ένα σχετικά μικρό εφαρμοζόμενο πεδίο (μαγνητίζεται και απομαγνητίζεται εύκολα) και παρόλα αυτά να έχει μικρές ενεργειακές απώλειες υστέρησης.

ΣΚΛΗΡΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα σκληρά μαγνητικά υλικά χρησιμοποιούνται στους μόνιμους μαγνήτες, που πρέπει να έχουν μεγάλη αντίσταση στον απομαγνητισμό. Όσο αφορά τη συμπεριφορά υστέρησης, ένα σκληρό μαγνητικό υλικό έχει υψηλό παραμένον πεδίο, υψηλή συνεκτικότητα, και πυκνότητα ροής κορου όπως επίσης χαμηλή αρχική μαγνητική διαπερατότητα και υψηλές απώλειες ενέργειας υστέρησης. Τα χαρακτηριστικά υστέρησης για σκληρά και μαλακά μαγνητικά υλικά συγκρίνονται στο σχήμα 21.16. Τα δύο πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με εφαρμογές αυτών των υλικών είναι η συνεκτικότητα και αυτό που ονομάζεται «**ενεργειακό παράγωγο**» και συμβολίζεται με $(BH)_{max}$. Αυτό το $(BH)_{max}$ αντιστοιχεί στο εμβαδόν του μεγαλύτερου B-H παραλληλόγραμμου που μπορεί να κατασκευαστεί μέσα στο δεύτερο τεταρτημόριο της καμπύλης υστέρησης, σχήμα 21.17 και έχει μονάδες kJ/m^3 (MGOe). Η τιμή του ενεργειακού παράγωγου είναι αντιπροσωπευτική της ενέργειας που απαιτείται για να απομαγνητιστεί ένας μόνιμος μαγνήτης και επομένως όσο μεγαλύτερο είναι το $(BH)_{max}$ τόσο σκληρότερο είναι το υλικό όσο αφορά τα μαγνητικά χαρακτηριστικά του.



Τα σκληρά μαγνητικά υλικά ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες-συμβατικά και υψηλής ενέργειας. Τα συμβατικά υλικά έχουν τιμές $(BH)_{max}$ που κυμαίνονται μεταξύ του περίπου 2 και 80 kJ/m^3 (0,25 και 10 MGOe).