Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 14 (1961)
Heft: 10: Colloque Ampère

Artikel: Étude locale de lames minces par résonance ferromagnétique
Autor: Coumes, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739624

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Etude locale de lames minces par résonance ferromagnétique

par A. Coumes

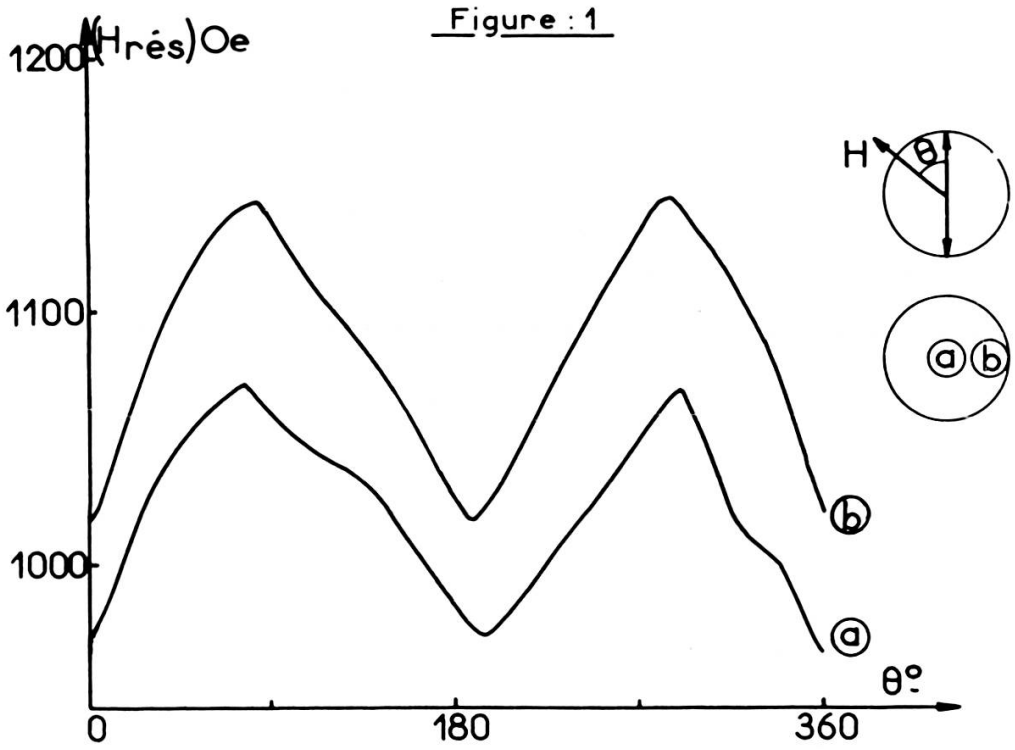
Laboratoire de Radio-Electricité et d'Electronique,
Ecole d'Ingénieurs Electroniciens, Grenoble

Microwave ferromagnetic resonance has been studied in different points of thin permalloy films. The *dc* field for resonance is larger near the edge of the films than at the center. Variations of the thickness are not sufficient to explain this difference. It is suggested that the anisotropy must be larger near the edge. In fact measurements of the anisotropy field by rotation of the film give such a result.

Le travail résumé ici consiste à étudier les variations locales de la résonance ferromagnétique aux différents points d'un échantillon en forme de lame mince. Nous opérons sur des lames minces de permalloy soumises à un champ H.F. de fréquence constante, voisine de 9350 MHz et nous mesurons le champ magnétique continu auquel se produit la résonance. Un trou de diamètre 1 mm percé dans un disque de laiton limite la surface étudiée qui constitue partiellement le fond d'une cavité résonante cylindrique où règne le champ H.F. et nous détectons le signal réfléchi par la cavité. Pour chacune des parties ainsi étudiées, nous portons les valeurs du champ de résonance en fonction de l'orientation de la lame par rapport au champ magnétique continu appliqué parallèlement à la surface de l'échantillon.

La figure 1 donne un exemple des courbes obtenues avec une même lame de diamètre 8 mm pour le point central *a)* et pour un point périphérique *b)*. L'examen de ces courbes conduit aux trois remarques suivantes:

1. Il est très fréquent que les directions de facile aimantation fassent avec les directions difficiles des angles s'écartant de 90°, et, lors de la rotation de la lame, on trouve deux directions faciles non exactement opposées. Il semble que ce phénomène résulte de la présence du champ magnétique continu qui produirait dans certains cas, une légère rotation des directions privilégiées.



2. Pour une même orientation de la lame par rapport au champ magnétique nous observons que sur la périphérie de la lame la valeur du champ de résonance est plus grande qu'au centre (la courbe *b)* est au-dessus de la courbe *a)*).

3. Enfin, le champ d'anisotropie $H_0 = 2$ K/M est plus grand à la périphérie qu'au centre. Nous avons observé, sur la périphérie, des champs d'anisotropie dont la grandeur vaut de 1,10 à 1,35 fois le champ d'anisotropie au centre de l'échantillon.

Des constatations proches de celles que nous présentons ici ont également été faites récemment par Frait à l'Institut de Physique de Prague [1].

Remarquons encore que, pour une orientation donnée de la lame, la courbe de résonance (absorption en fonction du champ appliqué) présente souvent deux maximums ainsi que l'ont signalé divers auteurs. En particulier, nos courbes de résonance sont souvent analogues à celles qui sont données par Van Itterbeek et ses collaborateurs [2]. Dans ce cas, la valeur du champ de résonance choisie pour tracer les variations $H^{res} = f(\theta)$ correspondent à la résonance principale (c'est le même maximum dont nous suivons les variations lors de la rotation de la lame). La présence de plusieurs maximums résulte de l'existence dans la lame de régions pour

lesquelles les conditions de la résonance sont différentes: couches profondes et couches superficielles [2] ou bien domaines dans lesquels l'aimantation n'est pas alignée avec la direction du champ extérieur appliqué lorsque celui-ci est faible [3].

On peut songer à relier la variation du champ de résonance suivant le point étudié sur la lame à des différences d'épaisseur. En effet, les échantillons que nous avons étudiés avaient été obtenus par évaporation sur une plaque limitée par un cache: des réflexions se produisent sur la périphérie de celui-ci (fig. 2) donnant à la lame une section du genre de celle qui est représentée sur la figure 3.

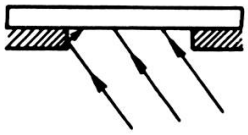


Figure:2

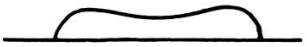


Figure:3

Des mesures optiques ont montré que l'épaisseur pouvait augmenter de plusieurs centaines d'Angströms du centre à la périphérie pour une épaisseur moyenne de 1500 Å. Mais le calcul montre que seules des variations d'épaisseur de plusieurs milliers d'Å pourraient modifier suffisamment les coefficients du champ démagnétisant pour expliquer l'accroissement du champ de résonance. Il faut donc admettre qu'au voisinage du bord d'autres phénomènes interviennent pour réduire la quantité NM dans la formule de la résonance $\omega^2 = \gamma^2 H\,(H+NM)$.

Pour la lame étudiée ci-dessus, la quantité NM passe de 10.000 au centre à 9100 environ sur la périphérie. Cette observation est à rapprocher de l'accroissement du champ d'anisotropie cité plus haut: $H_a = 2\ K/M$ passe de 52 à 64. Les deux phénomènes concordent pour faire supposer une diminution de l'aimantation parallèle au champ appliqué lorsqu'on se rapproche du bord de la lame.

Les conditions de la résonance ferromagnétique sont donc variables en différents points d'une lame mince: les paramètres de l'anisotropie possèdent un caractère local. Vraisemblablement, lorsqu'on se rapproche du bord de la lame, le champ d'anisotropie augmente considérablement de telle sorte que la composante M de l'aimantation suivant la direction du champ appliqué devient très inférieure à l'aimantation spontanée M_s. La résonance

ferromagnétique constitue un procédé de mesure en des points différents des paramètres régissant le comportement magnétique des lames minces. A ce sujet, je dois remercier ici le Dr Z. Frait de l'Académie Tchécoslovaque des Sciences qui a bien voulu me communiquer avant publication certains résultats obtenus dans son laboratoire et avec qui j'ai eu de fructueux entretiens.

BIBLIOGRAPHIE

1. Frait, Kambersky, Malek, Ondris, *Czech. J. Phys.* B 10 (1960), 616.
2. Van Itterbeek, Smits, Forrez, Witters, *J. Phys. Rad.*, *21*, 2 (1960) et *22*, 1 (1961).
3. Coumes, *9e Colloque Ampère*, Pise (1960).

DISCUSSION

M. L. van Gerven. — L'effet que vous avez étudié est-il dû au fait même que l'échantillon a une forme géométrique limitée, ou bien au fait que l'échantillon est préparé par évaporation (donc à la structure). Avez-vous chauffé les échantillons ? J'ai l'impression qu'il serait intéressant de faire des mesures similaires sur des plaques minces préparées par d'autres méthodes, par exemple par laminage.

M. Coumes. — Nous n'avons pas étudié l'influence d'un recuit sur les effets décrits, cependant nous attribuons ces phénomènes à la structure de l'échantillon et non à sa forme, l'étude systématique de l'influence des conditions de préparation des lames minces est envisagée.