

University of Groningen

A terahertz view on magnetization dynamics

Awari, Nilesh

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Awari, N. (2019). *A terahertz view on magnetization dynamics*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

De vooruitgang in de spintronica heeft de afgelopen decennia een grote revolutie in de technologie laten zien. Om spintronica verder te ontwikkelen naar hogere frequenties (sub-picoseconde tijdschaal ofwel THz frequenties) is het belangrijk om spin-afhankelijke fysische eigenschappen van magnetische materialen te bestuderen op deze hoge frequenties. Het werk dat in dit proefschrift is beschreven, is een bijdrage aan het begrijpen van de fysica achter ultra-snelle spintronica.

Door laser aangedreven afstembare, nauwbandige THz emissie van ferrimagnetische Heusler legeringen. Eerst bestuderen we Mn_{3-x}Ga ferrimagnetische dunne films voor laser aangedreven THz emissie. We bekijken de afstembare, nauwbandige emissie in het bereik van 0.15-0.5 THz als functie van het Mn-gehalte, de temperatuur en het toegepaste magnetische veld. In dit werk leggen we de nadruk op de THz emissie spectroscopie techniek voor de karakterisatie van de magnetische dynamica in het sub-THz frequentie bereik. We zagen dat THz emissie spectroscopie een efficiënte techniek is om ferromagnetische modes te bestuderen, dit in vergelijking met tijds-opgeloste magneto-optische probe technieken in het sub-THz frequentie bereik. Dit project resulteerde ook in een THz emissie spectroscopie eindstation, wat ons in staat stelde om wetenschappelijk interessante en technologisch relevante experimenten te doen.

Dit werk laat zien dat Mn_{3-x}Ga dunne films gebruikt kunnen worden als een vrije laag in spinoverdracht torsie devices, waarmee deze devices in het THz frequentie bereik gebruikt kunnen worden. De frequentie van zulke devices kan verder worden verhoogd door het veranderen van de magnetische eigenschappen van deze films of met atomaire substituties. Men kan deze materialen ook gebruiken voor een on-chip, nauwbandige, afstembare THz bron.

Door THz genduceerde, ultrasnelle demagnetisatie in amorf CoFeB. Met dit experiment kunnen we de frequentie afhankelijkheid van de ultra-snelle demagnetisatie in het THz regime bestuderen. De tijdschalen in dit experiment zijn van dezelfde grootte als de fundamentele tijdschalen van verstrooiingsprocessen, wat het mogelijk maakt om spin-afhankelijke verstrooiing en het effect ervan op sub-picoseconde magnetisatie dynamica

te bestuderen. De niet-monotone afhankelijkheid van de ultrasnelle demagnetisatie op de THz pomp frequentie wordt uitgelegd met het Elliot-Yafet type spin-flip verstrooiing en het Drude geleidingsmodel. Met dit type experimenten kan men de fundamentele fysica bestuderen op zeer korte tijdschalen. Door dit soort experimenten kunnen we elektron, spin en foton dynamica bestuderen op een sub-picoseconde tijdschaal, wat zeer belangrijk is om spintransport op zulke ultrasnelle tijdschalen te begrijpen. Een ander belangrijk aspect van dit experiment is het bestuderen van het effect van spinbaankoppeling op spintransport in het sub-picoseconde regime, om efficiënte dataopslag devices te kunnen ontwerpen.

THz controle van de antiferromagnetische mode in NiO. In dit experiment gebruiken we een intense THz pomp om de antiferromagnetisch (AFM) mode in NiO resonant te exciteren. Door de resonante excitatie kunnen we de AFM mode bestuderen als functie van temperatuur en extern toegepast magnetisch veld. We vonden een nieuwe magnetische mode en we toonden aan dat het tweevoudige sub-rooster model niet genoeg is om de waargenomen resultaten te verklaren. We gebruikten een meer gedetailleerd achtvoudig sub-rooster model, om de resultaten te verklaren. We hebben ook vastgesteld dat dipolaire interacties en magneto- kristallijne anisotropie van groot belang zijn om spin dynamica nauwkeurig te kunnen beschrijven. Dit soort experimenten zijn essentieel om controle te krijgen over de magnetische ordening van het materiaal. Het ultrasnel schakelen van de magnetische ordening op THz frequenties zal nuttig zijn voor spintronica geheugendevices.

Samenvattend, dit werk behandelt de magnetisatie dynamica op THz frequenties, wat het mogelijk zal maken de fundamentele fysica te begrijpen, die optreedt op sub-picoseconde tijdschalen. Dit werk kan een pad bieden om onze kennis van spindynamiek te verdiepen met snelheden die technologisch relevant zijn voor efficiënte spintronics-apparaten.