

PHÁT HIỆN LƯỢNG HẠT TỪ KÍCH THƯỚC NANO BẰNG CẢM BIẾN TỪ TRƯỜNG SIÊU NHẠY

Nguyễn Xuân Toàn^(1,2), Đặng Xuân Đăng⁽¹⁾, Lê Khắc Quỳnh⁽¹⁾, Bùi Đình Tú⁽¹⁾, Nguyễn Hữu Đức⁽¹⁾ và Đỗ Thị Hương Giang⁽¹⁾

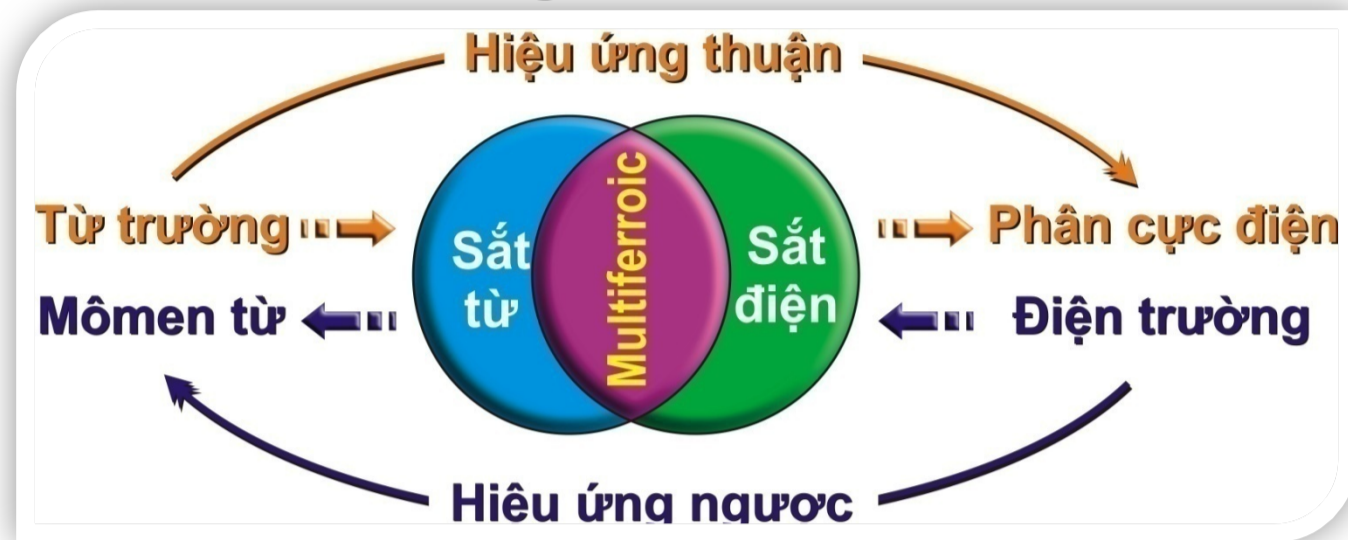
⁽¹⁾ Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Nhà E4, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội. E-mail: toannano@gmail.com

⁽²⁾ Trường Sĩ Quan Phòng hóa, Sơn Lộc, Sơn Tây, Hà Nội

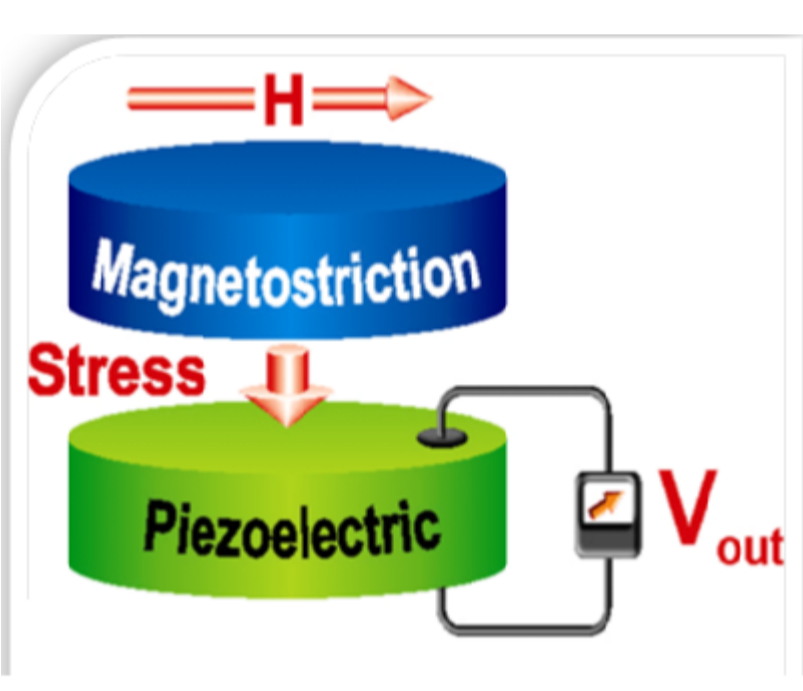
CẢM BIẾN TỪ TRƯỜNG SIÊU NHẠY

NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG

Đầu đo cảm biến hoạt động dựa trên hiệu ứng từ-điện thuận



Từ trường → Điện áp



Vật liệu: Từ giảo/áp điện

Nhạy từ trường nhỏ (~ Oe)

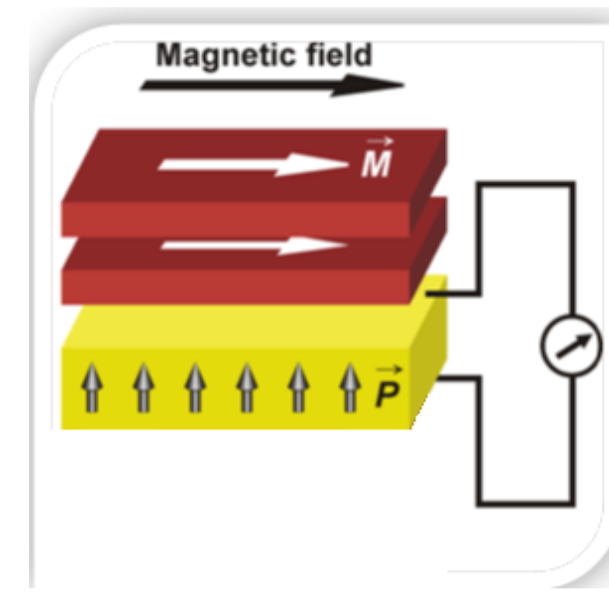
Công nghệ đơn giản

Chi phí thấp

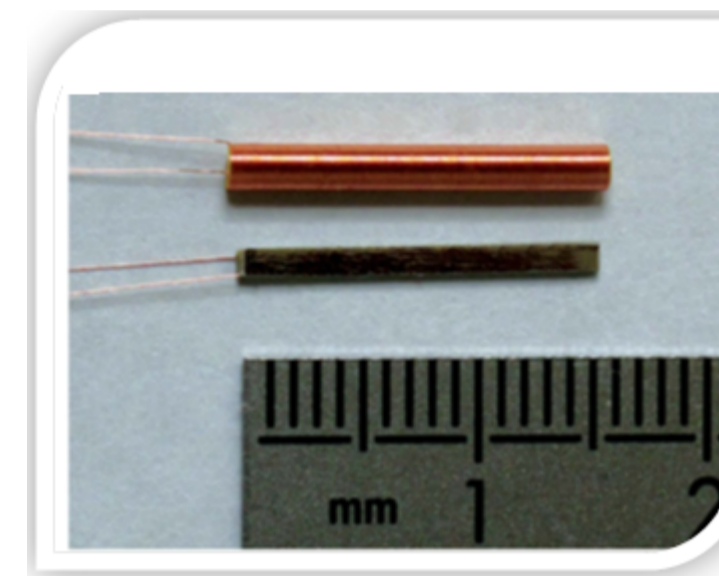
Chế tạo tại Việt Nam

QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ

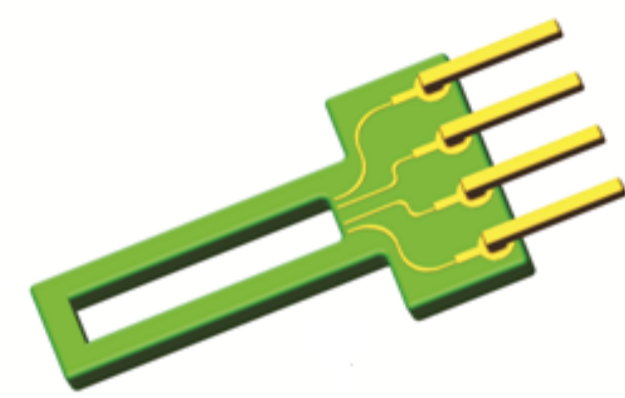
1. Chế tạo vật liệu tổ hợp từ giảo/áp điện



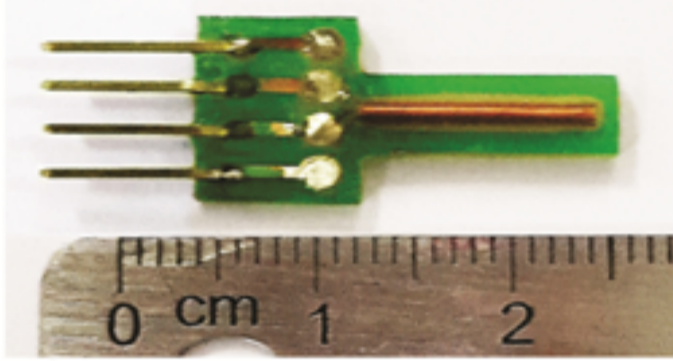
2. Tạo cuộn dây solenoid tạo từ trường kích thích



3. Vỏ bảo vệ cảm biến

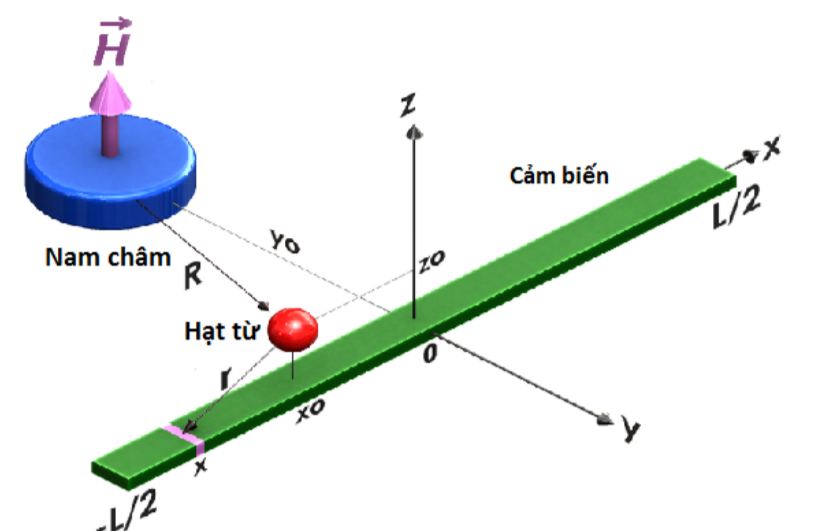


4. Cảm biến sau khi đóng gói

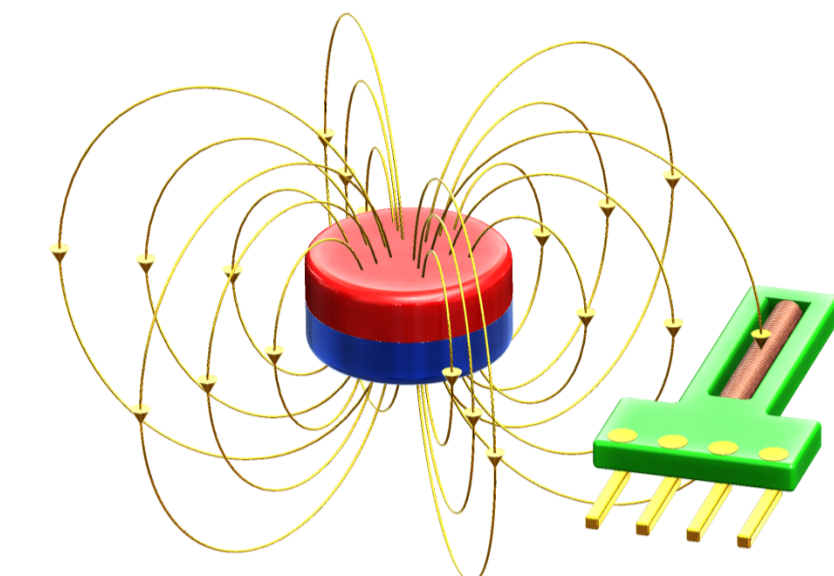


SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THÍ NGHIỆM

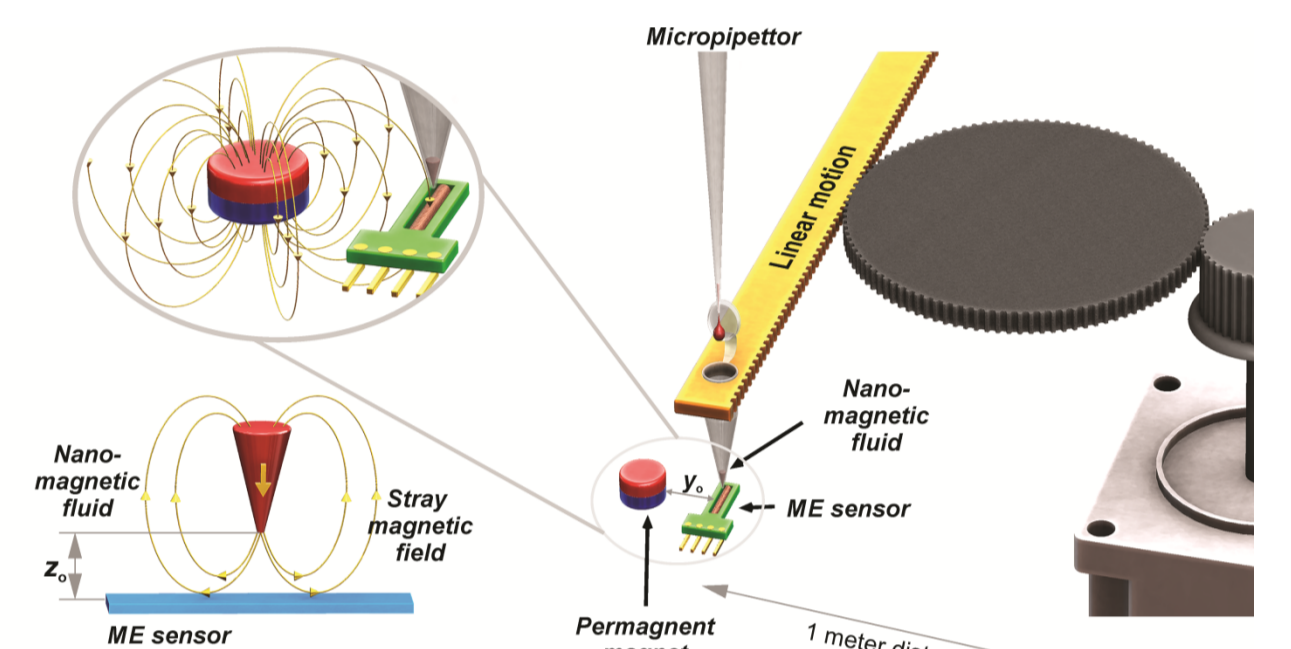
1. Vị trí cảm biến và nam châm



2. Hình dáng đường sức từ trường tán xạ của nam châm



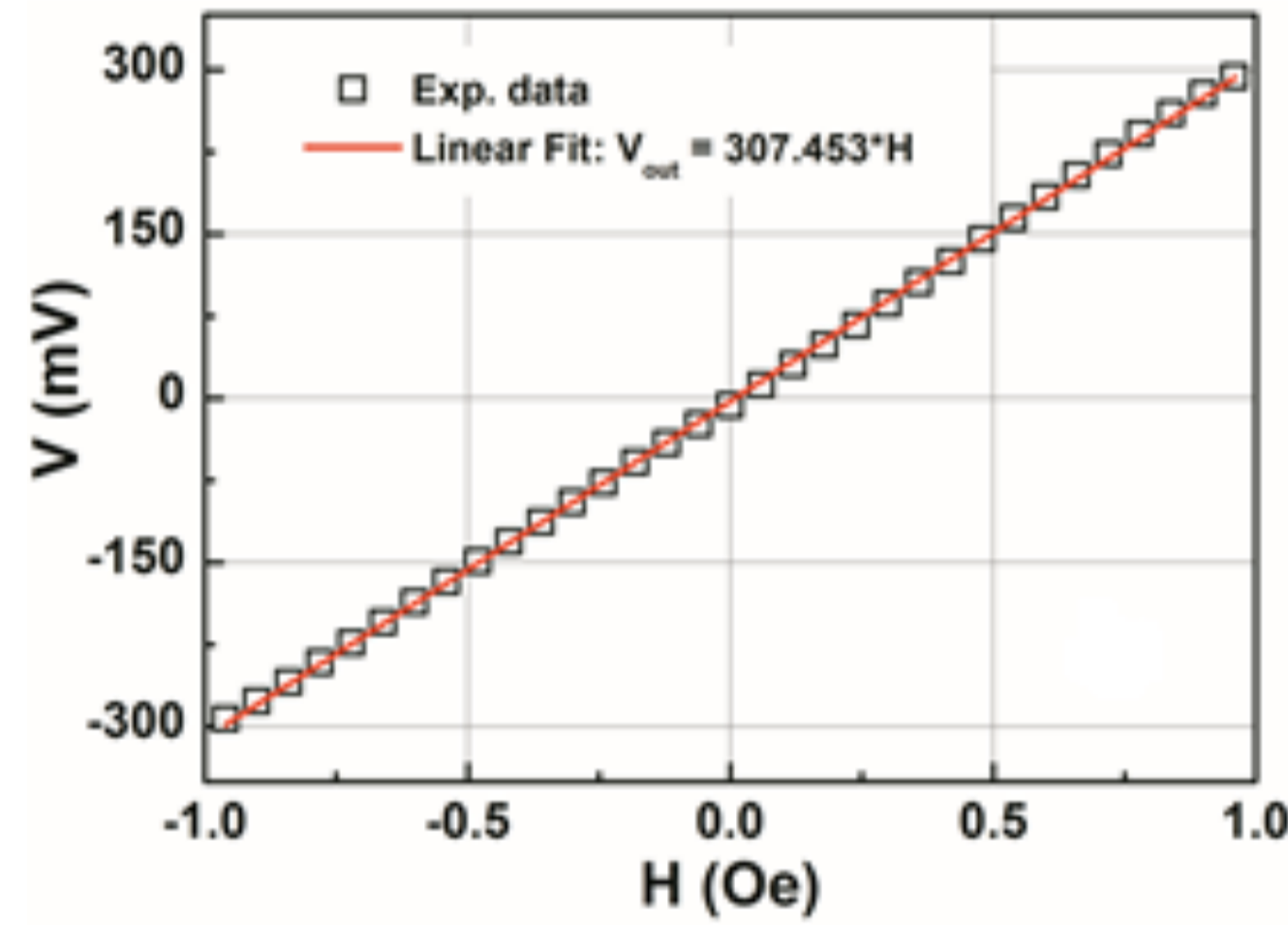
3. Sơ đồ mô tả thí nghiệm đo dung dịch từ



KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

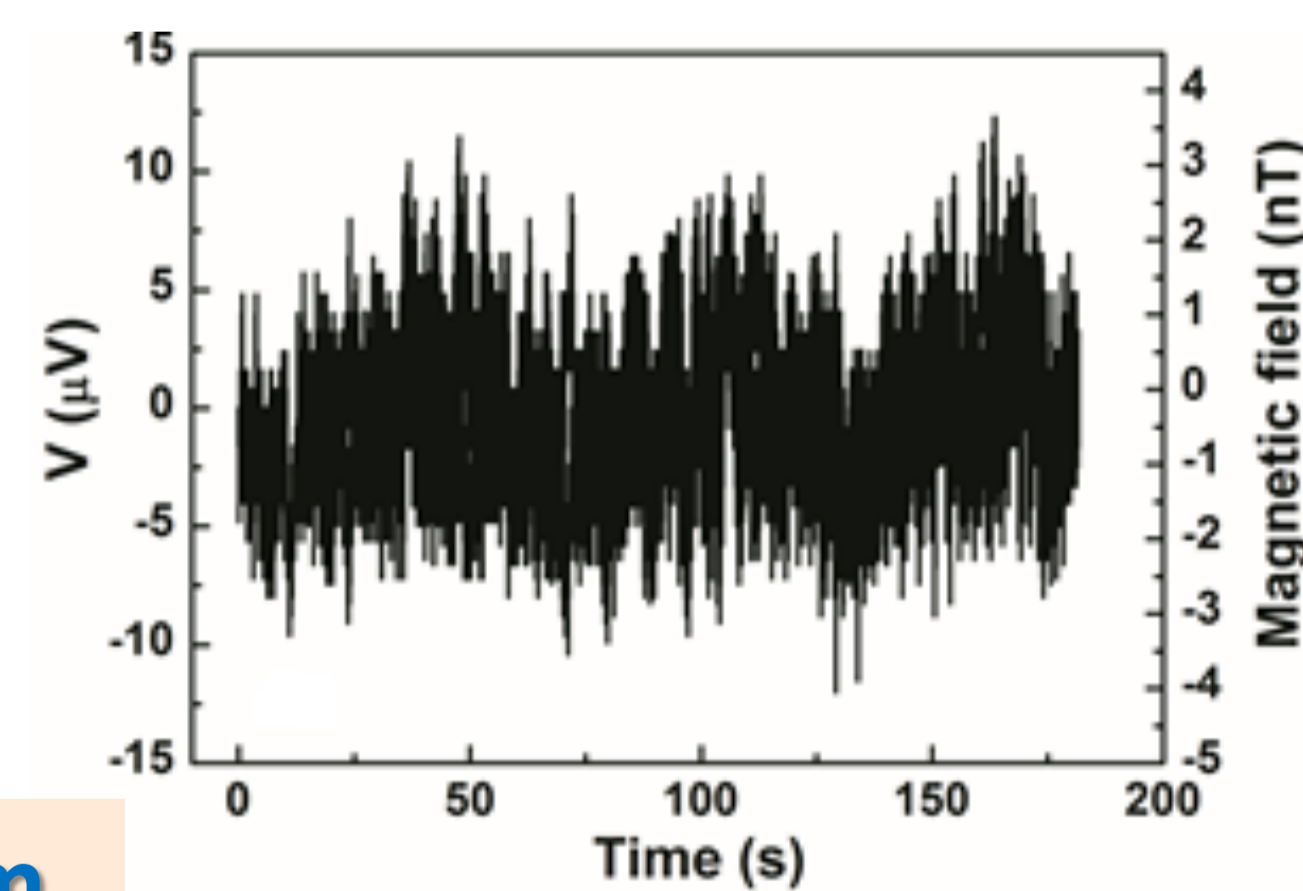
Khảo sát sự tuyến tính của cảm biến

- Sự thay đổi tuyến tính của cảm biến trong vùng từ trường thấp -10e đến 10e: $V = k \cdot H_{DC}$
- Với $k = 307,453 \text{ mV/Oe}$ là hệ số chuyển đổi của cảm biến



Đánh giá độ ổn định của cảm biến

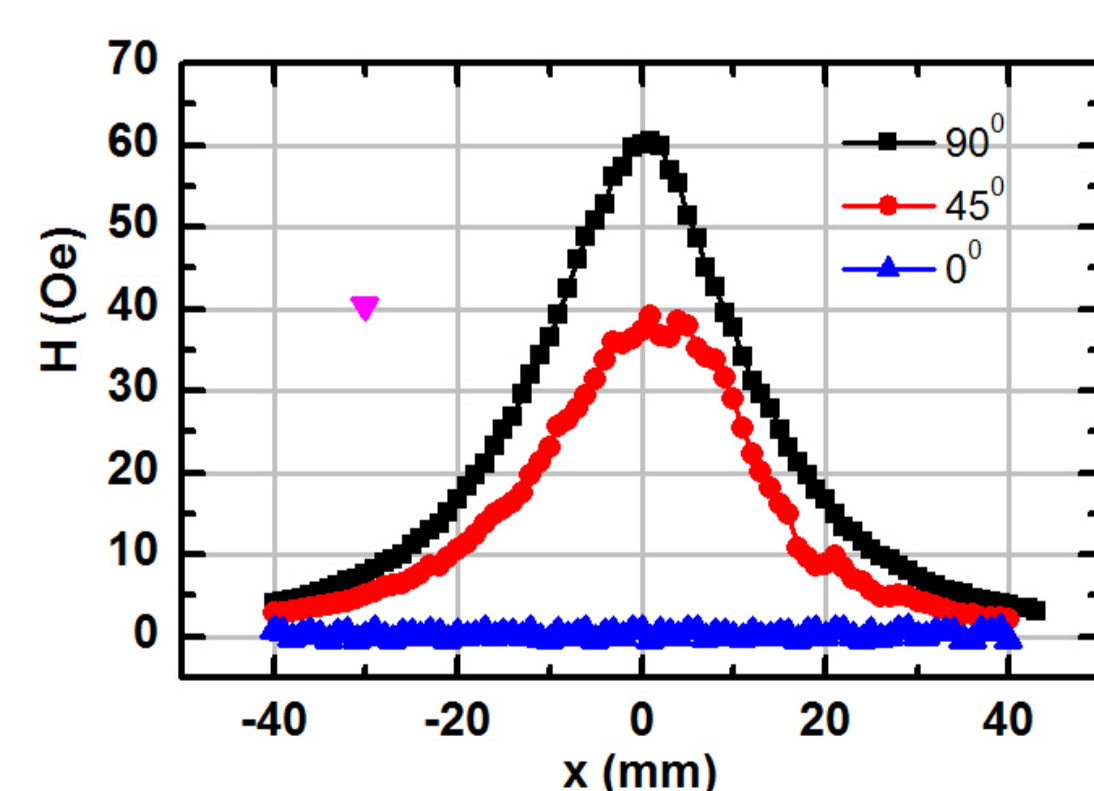
- Tín hiệu nhiễu cỡ 12μV
- Độ ổn định của cảm biến cỡ 4 nT



Khảo sát từ trường nam châm

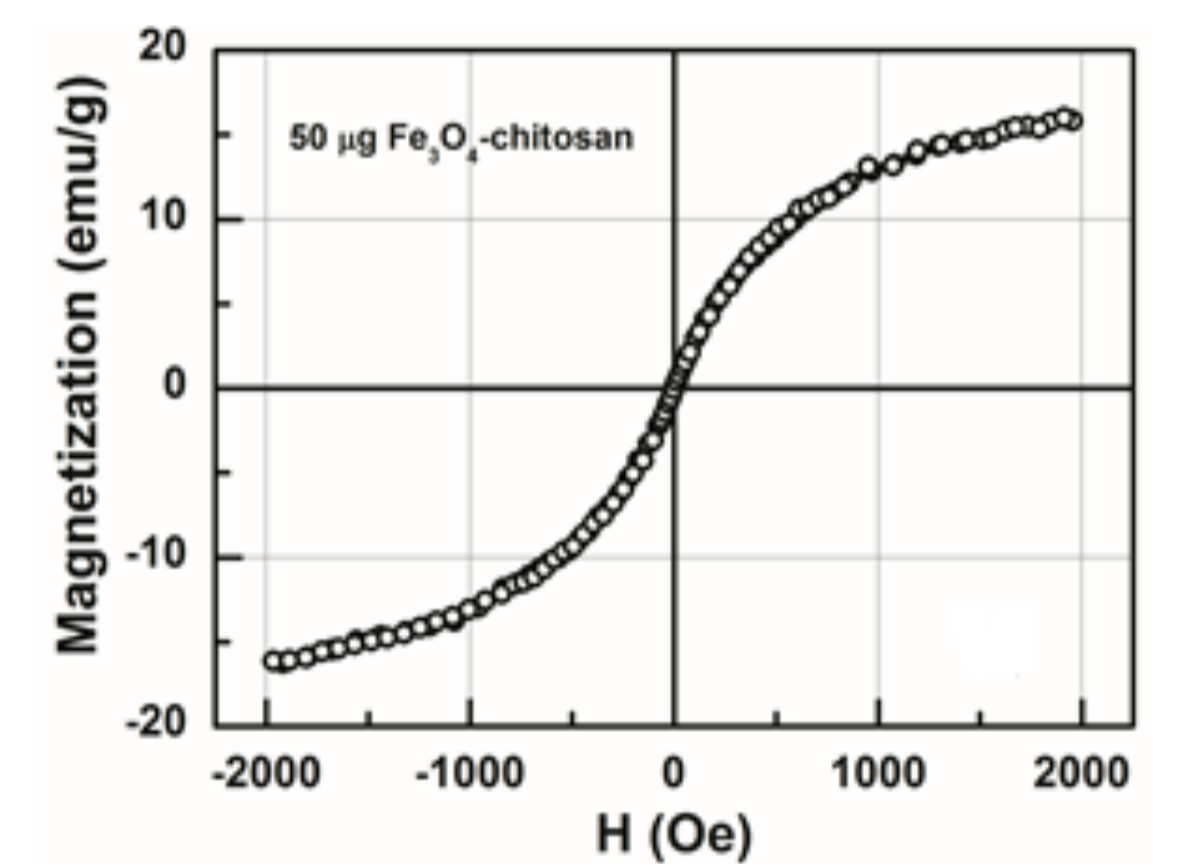
Nam châm di chuyển dọc trục ox

- Từ hình vẽ ta thấy từ trường theo phương vuông góc là lớn nhất và giảm dần đến 0 khi từ trường song song.
- Qua khảo sát ta thấy tại vị trí $y_0 = 13\text{mm}$, từ trường của nam châm không ảnh hưởng tới cảm biến. Đó cũng là vị trí ta chọn đặt nam châm để khảo sát hạt từ.



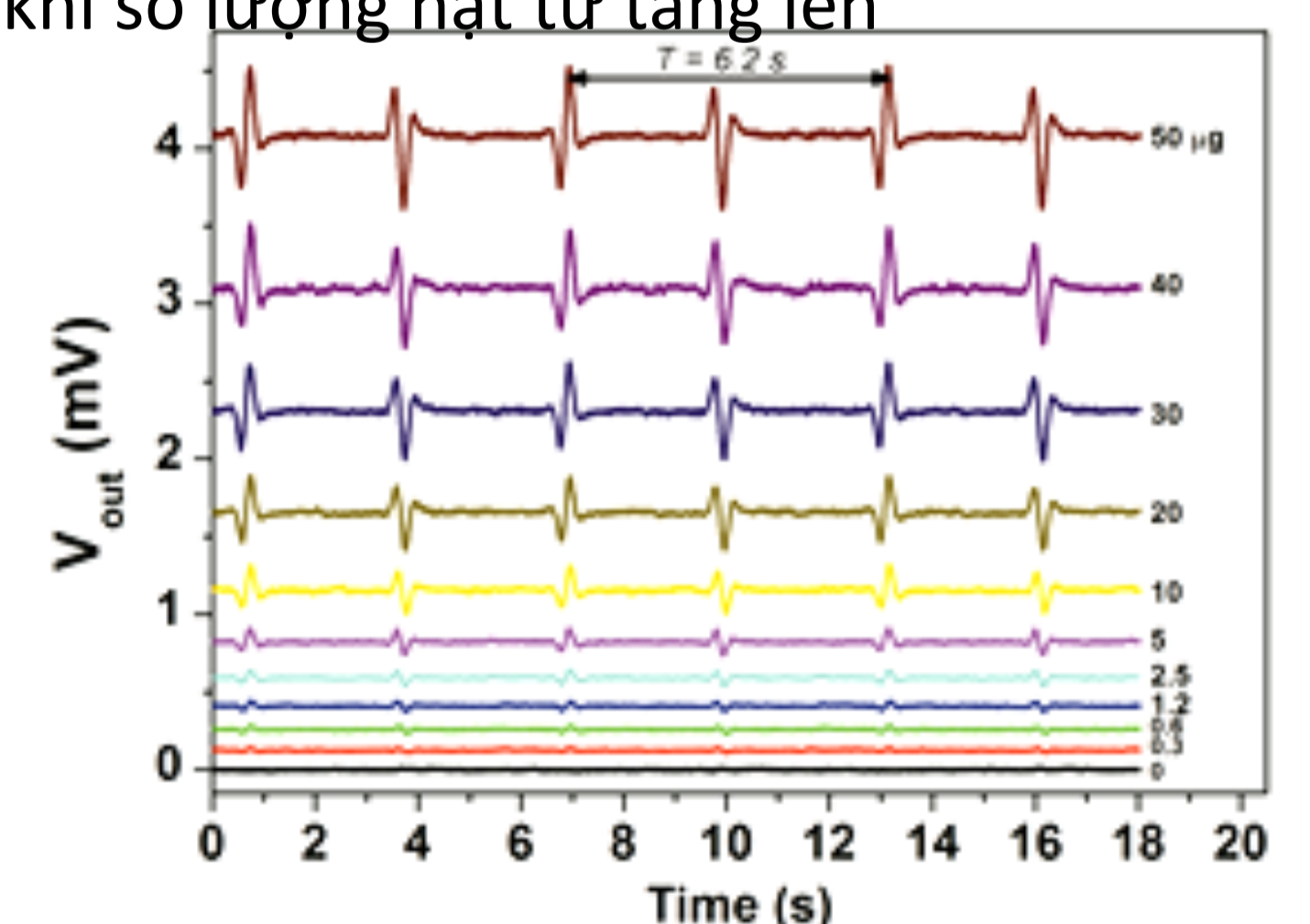
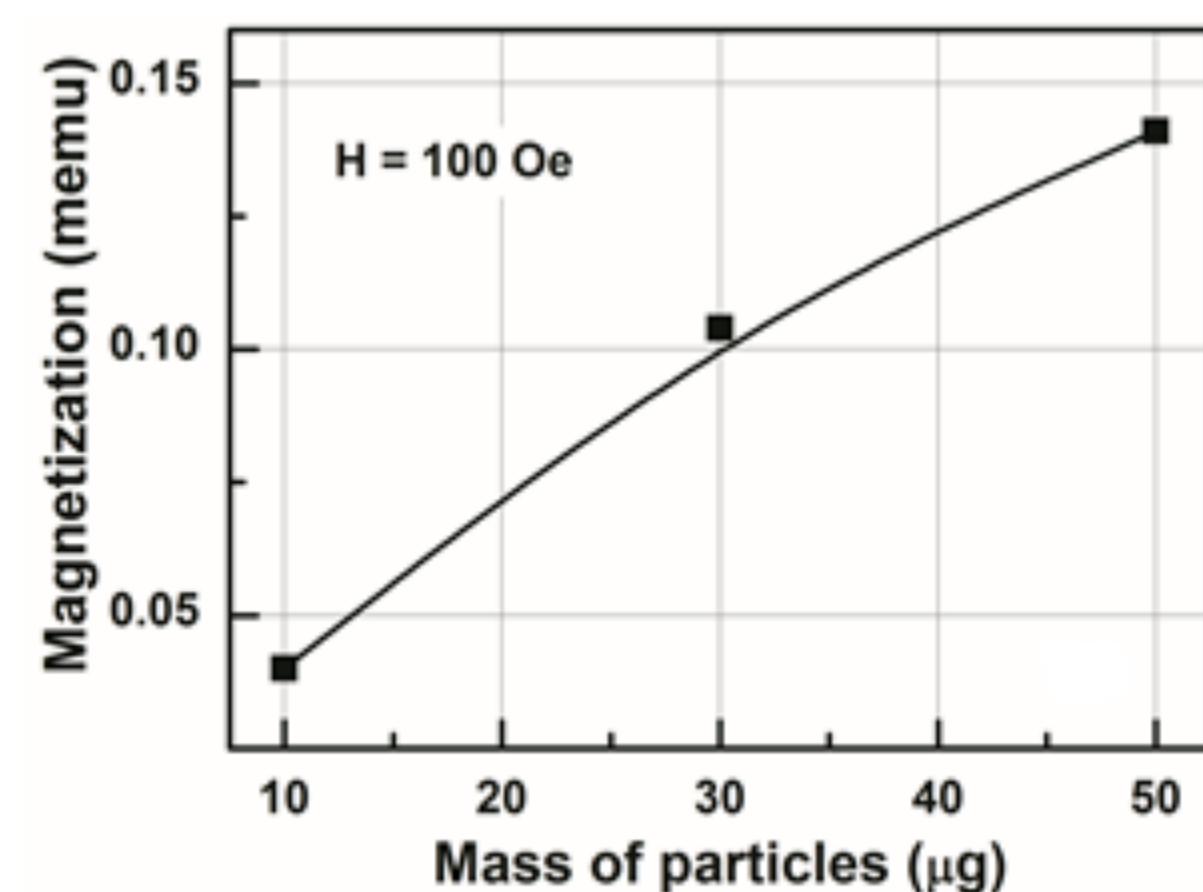
Tính chất từ của dung dịch hạt nano

- Đo 50 μg hạt từ Fe₃O₄ có trong 1 μl dung dịch bằng thiết bị từ kế mẫu rung.
- Từ độ bão hòa $M_s \sim 17 \text{ emu/g}$. Từ độ dư rất nhỏ (~ 0 emu/g) và hầu như không có lực kháng từ.
- Dung dịch từ này là một chất siêu thuận từ, khi ngắt từ trường nuôi thì tính chất từ của dung dịch cũng không còn.
- Độ cảm từ tại $H = 100 \text{ Oe}$ là 0.035 emu/g.Oe

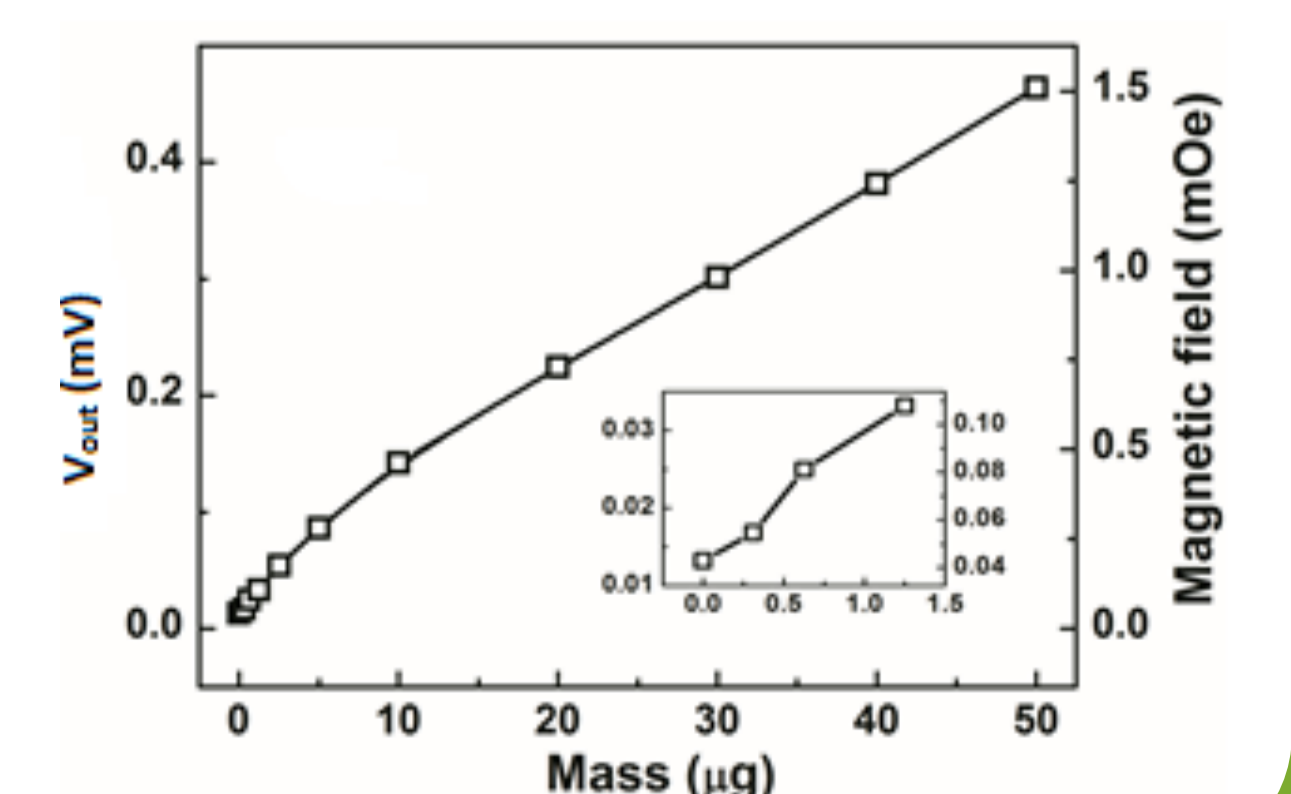


Khảo sát khối lượng hạt từ khác nhau

- Từ độ tăng gần như tuyến tính với sự tăng lên của khối lượng hạt từ.
- Biên độ các xung cũng tăng lên khi số lượng hạt từ tăng lên



- Lượng hạt nano từ nhỏ nhất mà cảm biến có thể phát hiện ra là 0.3125 μg tương đương với giá trị từ độ 1,1 μemu, tại từ trường nam châm khoảng 100 Oe.



KẾT LUẬN

Bằng công nghệ chế tạo đơn giản, đã chế tạo thành công cảm biến phát hiện được hạt Fe₃O₄ có phân bố kích thước 20nm – 50nm trong nước với nồng độ 10mg/ml. Mức nhỏ nhất mà cảm biến phát hiện được là 0,3125 μg oxit Fe₃O₄ tương ứng với 5,5nT gấp hơn 100 lần máu được từ hóa bởi nam châm 0.01T. Điều này đã mở ra một hướng ứng dụng mới trong lĩnh vực y sinh như: đếm số lượng hồng cầu, hay phát hiện các tế bào sinh học được gắn hạt nano từ, ...