



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년09월19일
(11) 등록번호 10-1065193
(24) 등록일자 2011년09월08일

(51) Int. Cl.

H03B 5/40 (2006.01) G11C 11/15 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0038933

(22) 출원일자 2010년04월27일

심사청구일자 2010년04월27일

(56) 선행기술조사문헌

US20030193757 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이경진

서울특별시 성북구 종암1동 삼성래미안아파트
104-1301

김상일

부산광역시 동구 초량동 4동 850-158번지 7통 1반

김우진

서울특별시 성북구 안암동5가 고려대학교자연계캠퍼스 제2공학관 219호

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 4 항

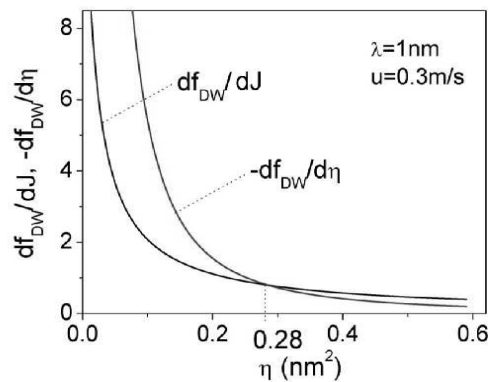
심사관 : 강현일

(54) 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기

(57) 요약

본 발명은 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기에 관한 것으로, 자구벽을 구비한 나노 자성체를 포함하고, 상기 나노 자성체의 재질은 전도율이 반도체의 전도율보다 크며, 감쇠 증가 파라미터의 감소에 따른 자구벽 회전 주파수의 증가하는 비율이 전류밀도의 증가에 따른 자구벽 회전주파수의 증가하는 비율보다 더 크도록 하는 감쇠 증가 파라미터를 가지는 것을 특징으로 하여, 나노 자성체 재질이 최적화되어 고주파 신호 및 자기장 신호의 주파수가 효과적으로 증가하게 된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

자구벽을 구비한 나노 자성체를 포함하고,

상기 나노 자성체의 재질은 전도율이 반도체의 전도율보다 크며, 감쇠 증가 파라미터의 감소에 따른 자구벽 회전주파수의 증가하는 비율이 전류밀도의 증가에 따른 자구벽 회전주파수의 증가하는 비율보다 더 크도록 하는 감쇠 증가 파라미터를 가지되,

상기 나노 자성체에는 상기 자구벽이 고정된 위치에 상기 자구벽의 회전에 따라 저항이 변하는 스핀밸브가 마련되는 것을 특징으로 하는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 스핀밸브는 적어도 상기 자구벽에 접촉하며 상기 나노 자성체에 마련된 비자성층과 상기 비자성층에 접촉하는 고정 자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 나노 자성체에는 상기 자구벽을 고정하기 위한 자구벽 고정부가 마련되는 것을 특징으로 하는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 자구벽 고정부는 상기 나노 자성체의 내부로 진입하는 홈인 것을 특징으로 하는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 고주파 신호 발생기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고주파 신호의 주파수를 효과적으로 증가시킬 수 있는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자성체 내부에는 자화방향이 서로 다른 자구(magnetic domain)들이 존재한다. 자구들 사이에는 자화방향이 변화하는 영역인 자구벽(magnetic domain wall)이 존재한다. 자화방향을 변화시켜 자구벽을 움직이는 것과 같은 자

화를 제어하기 위해서 자기장을 이용하는 것이 일반적이다.

[0003] 근래에는 스핀 분극된 전도전자가 스핀각운동량을 자구에 전달하는 스핀전달토크 현상을 이용하여 자성체에 전류를 흘려 자화를 제어하는 방법 및 이를 이용하는 장치에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 연구결과와 비휘발성 램(RAM)과 같은 메모리와 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기가 개발되었다. 메모리는 특정 방향으로 자화된 자구 및 자구벽을 갖는 자성물질에서 자구벽이 이동됨에 따라 자성물질 내의 전압이 변화되는 원리를 이용하여 '0' 또는 '1'의 데이터를 쓰고 읽을 수 있도록 한 것이다. 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기는 자구벽을 갖는 자성체에 전류를 흘리면 전류밀도에 비례하는 속도로 자구벽이 회전되고, 회전되는 자구벽 회전 주파수에 따라 자성체의 저항이 변하여 자성체를 흐르는 전류가 자구벽 회전 주파수에 대응하는 주파수를 가지는 원리를 이용한 것이다.

[0004] 한편, 고주파를 이용하는 기술분야에서는 높은 주파수 대역을 갖는 고주파를 발생하는 고주파 신호 발생기를 요구하고 있다. 그러나 종래의 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기는 자성체에 인가되는 전류밀도를 증가시킴으로써 고주파 신호의 주파수를 증가시키는 방법에 대해서만 연구되고 있는 실정이다. 따라서 고주파 신호의 주파수를 효과적으로 증가시키는 데에 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 고주파 신호의 주파수를 효과적으로 증가시킬 수 있는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 과제를 달성하기 위하여, 자구벽을 구비한 나노 자성체를 포함하고, 상기 나노 자성체의 재질은 전도율이 반도체의 전도율보다 크며, 감쇠 증가 파라미터의 감소에 따른 자구벽 회전주파수의 증가하는 비율이 전류밀도의 증가에 따른 자구벽 회전주파수의 증가하는 비율보다 더 크도록 하는 감쇠 증가 파라미터를 가지는 것을 특징으로 하는 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 상기 전도율은 $1000(\text{S}/\text{cm})$ 이상인 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 감쇠 증가 파라미터는 $0.001(\text{nm}^2)$ 이상인 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기 감쇠 증가 파라미터는 $0.28(\text{nm}^2)$ 이하인 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 나노 자성체에는 상기 자구벽이 고정된 위치에 상기 자구벽의 회전에 따라 저항이 변하는 스핀밸브가 마련되는 것을 특징으로 한다. 여기서, 상기 스핀밸브는 적어도 상기 자구벽에 접촉하며 상기 나노 자성체에 마련된 비자성층과 상기 비자성층에 접촉하는 고정 자성층을 포함하고, 상기 자구벽 회전에 따라 저항이 변하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 나노 자성체에는 상기 자구벽을 고정하기 위한 자구벽 고정부가 마련되는 것을 특징으로 한다. 여기서, 상기 자구벽 고정부는 상기 나노 자성체의 내부로 진입하는 홈인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 실시 예에 따르면, 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기의 나노 자성체 재질이 최적화되어 고주파 신호의 주파수가 효과적으로 증가한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 나타낸 사시도이다.

도 2는 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 나타낸 분해 사시도이다.

도 3은 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기의 감쇠 증가 파라미터의 변화에 따른 자구벽 회전주파수를 나타낸 그래프이다.

도 4는 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기에서 감쇠 증가 파라미터에 대한 자구벽 회

전주파수 변화율과 전류밀도에 대한 자구벽 회전주파수 변화율을 감쇠 증가 파라미터의 변화에 따라 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0015] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0016] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0017] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0020] 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명의 일 실시 예를 설명하기 위해 첨부된 것으로, 설명의 편의를 위해 특정 부위가 과장되게 도시되거나 축소되어 도시되었는바, 본 발명의 내용이 도면의 구체적인 비율이나 형상에 한정되지 않는다.
- [0021] 도 1은 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 나타낸 사시이고, 도 2는 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기를 나타낸 분해 사시도이다.
- [0022] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기는 내부에 자구벽(110)이 마련된 나노 자성체(100)와, 나노 자성체(100)에 전류를 인가하는 전류인가 부재(130)와, 고주파 신호가 출력되는 고주파 출력부(150)와, 자구벽(110)의 회전에 따라 저항이 변하여 전류인가 부재(130)로부터 고주파 출력부(150)로 흐르는 전류를 조절하는 스핀밸브(140)를 포함한다.
- [0023] 나노 자성체(100)는 자화 방향(D1, D2)이 둘로 나뉘어지고 자화 방향이 변하는 영역에는 자구벽(110)이 마련된다. 자구벽(110)에는 자구벽(110)을 고정하기 위한 자구벽 고정부(120)가 마련된다. 자구벽 고정부(120)는 자구벽 고정부(120)가 마련되는 부분이 다른 부분의 두께 또는 폭이 작도록 하기 위해 나노 자성체(100) 내부로 진입하는 홈으로 구현될 수 있다. 본 실시 예에서는 자구벽 고정부(120)가 나노 자성체(100) 내부로 진입하는 홈으로 구현되는 것이 제안되었으나, 이에 한정되지 않으며 자구벽(110)을 고정하기 위한 다른 수단으로도 구현될 수 있다.
- [0024] 전류인가 부재(130)는 제1전류 인가부재(131)와 제2전류 인가부재(132)를 포함한다. 제1전류 인가부재(131)와 제2전류 인가부재(132)는 자구벽(110)을 사이에 두고 서로 이격되어 나노 자성체(100)에 접촉된다. 한편, 전류가 제1전류 인가부재(131)에서 제2전류 인가부재(131)로 흐르게 되면, 자구벽(110)은 나노 자성체(100)를 통과

하여 흐르는 전류의 밀도에 비례하여 회전하게 된다.

[0025] 스핀밸브(140)는 자구벽(110)에 접촉하는 비자성층(141)과 비자성층(141)에 접촉하는 고정 자성층(142)으로 이루어진다. 이러한 스핀밸브(140)의 저항은 고정 자성층(142)의 자화방향에 대한 자구벽(110)의 회전에 따라 변한다. 따라서, 제1전류 인가부재(131)에서 고주파 신호 출력 부재(150)로 흐르는 전류는 자구벽 회전 주파수에 따라 변하게 되어, 자구벽 회전 주파수를 증가시키면 고주파 신호 출력 부재(150)에서 출력되는 전류의 주파수도 증가하게 된다. 여기서, 자구벽(110)의 회전에 따라 스핀밸브(140)의 저항이 변하는 것은 공지된 사항으로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0026] 이하에서는 본 실시 예에 따른 자구벽 회전을 이용한 고주파 신호 발생기에서 나노 자성체의 재질이 선택되는 방법에 대해 설명하기로 한다.

[0027] 자구벽(110)의 회전 주파수는 아래와 같은 수학적 식 1로 표현된다.

수학적 식 1

$$f_{DW} = -\frac{u}{2\pi\lambda\alpha_0} \left(1 + \frac{2\eta}{3\lambda^2\alpha_0} \right)^{-1}$$

[0028]

[0029] 여기서, f_{DW} 는 자구벽 회전 주파수이고, λ 는 자구벽의 폭이고, α_0 는 길버트 감쇠상수이고, u 는 아래의 수학적 식 2와 같이 표현되는 전도전자로부터 자화로 전달되는 스핀각운동량의 비율이고, η 는 아래의 수학적 식 3과 같이 표현되는 감쇠 증가 파라미터이다.

수학적 식 2

$$u = g\mu_B J P / 2e M_s$$

[0030]

[0031] 여기서, g 는 전자의 란데 g 팩터(g -factor)이고, μ_B 는 보어 마그네톤이고, J 는 전류밀도이고, P 는 스핀분극률이고, e 는 전자의 전하량이고, M_s 는 포화자화값이다.

수학적 식 3

$$\eta = g\mu_B h G_0 / 8\pi e^2 M_s$$

[0032]

[0033] 여기서, g 는 전자의 란데 g 팩터(g -factor)이고, μ_B 는 보어 마그네톤이고, h 는 플랑크 상수이고, G_0 는 전도율이고, e 는 전자의 전하량이고, M_s 는 포화자화값이다.

[0034] 수학적 식 1을 근거할 때, 자구벽 회전 주파수(f_{DW})는 나노 자성체에 흐르는 전류밀도(J) 보다는 감쇠 증가 파라미터(η)로부터 더 큰 영향을 받는다. 도 3에서 도시되는 바와 같이, 자구벽 회전주파수는 감쇠 증가 파라미터(η)와 반비례 관계에 있다. 나노 자성체(100)의 재질은 자구벽 회전 주파수(f_{DW})를 증가시키기 위해 감쇠 증가 파라미터(η)가 작은 재질로 선택되어야 한다.

[0035] 그런데, 수학적 식 3을 근거할 때, 감쇠 증가 파라미터(η)는 전도율(G_0)에 영향을 받는다. 나노 자성체(100) 재질의 전도율(G_0)이 1000(S/cm) 미만인 경우에는 나노 자성체(100)는 반도체에 가깝다. 따라서, 나노 자성체(100)의 재질은 그 전도율(G_0)이 1000(S/cm) 이상인 재질로 선택되어야 한다. 그리고 전도율(G_0)이 1000(S/cm) 미만

인 재질은 대체로 그 감쇠 증가 파라미터(η)가 $0.001(\text{nm}^2)$ 인 경향이 있다.

[0036] 또한, 도 4에서 도시되는 바와 같이, 감쇠 증가 파라미터(η)는 감쇠 증가 파라미터(η)의 감소에 따라 자구벽 회전주파수(f_{DW})가 증가하는 비율($-d f_{\text{DW}}/d \eta$)이 전류밀도(J)의 증가에 따라 자구벽 회전주파수(f_{DW})가 증가하는 비율($d f_{\text{DW}}/d J$)보다 더 큰 범위로 제한된다. $-d f_{\text{DW}}/d \eta$ 이 $d f_{\text{DW}}/d J$ 보다 더 작은 경우에는 전류밀도(J)를 증가시켜 자구벽 회전주파수(f_{DW})를 증가시키는 것이 더 효과적이기 때문이다. 구체적으로는 감쇠 증가 파라미터(η)가 $0.28(\text{nm}^2)$ 이하인 것이 바람직하다.

[0037] 따라서, 나노 자성체(100)의 재질은 그 전도율이 반도체의 전도율보다 크며, 그 감쇠 증가 파라미터(η)가 감쇠 증가 파라미터(η)의 감소에 따른 자구벽 회전주파수(f_{DW})가 증가하는 비율이 1 이상인 재질로 선택될 수 있다. 구체적으로는 나노 자성체(100)의 재질은 그 전도율이 $1000(\text{S/cm})$ 이 이상 및/또는 그 감쇠 증가 파라미터(η)가 $0.001(\text{nm}^2)$ 이상이고, 그 감쇠 증가 파라미터(η)가 $0.28(\text{nm}^2)$ 이하인 조건을 만족하는 재질로 선택되는 것이 바람직하다.

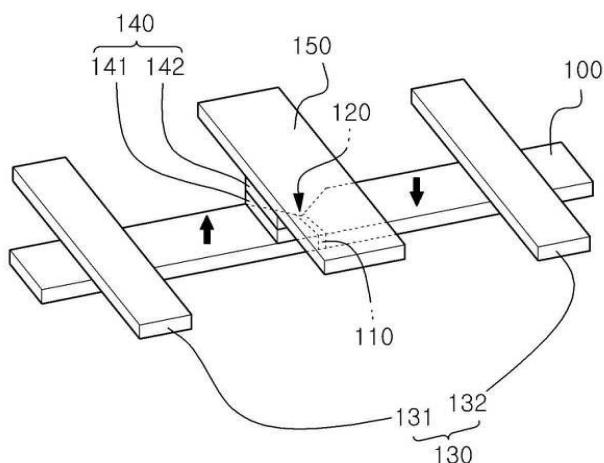
[0038] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

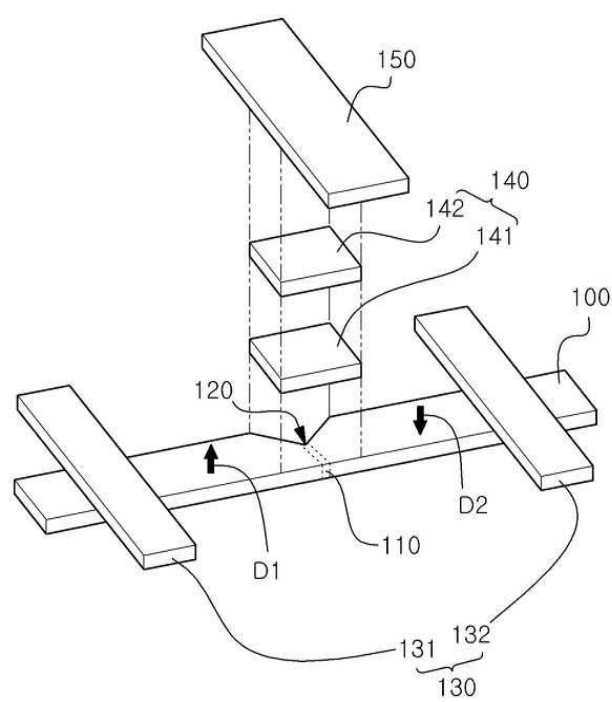
[0039]	100: 나노 자성체	110: 자구벽
	120: 자구벽 고정부	130: 전류인가 부재
	140: 스핀밸브	150: 고주파 신호 출력부재

도면

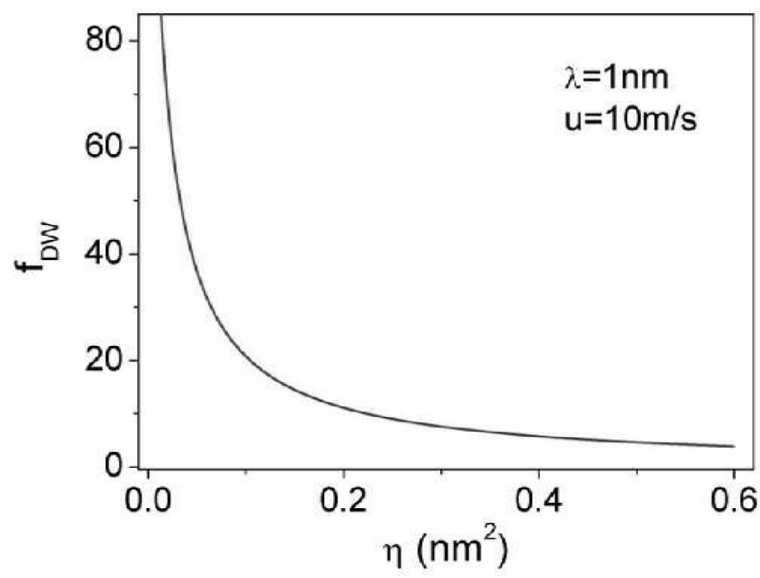
도면1



도면2



도면3



도면4

