



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월08일

(11) 등록번호 10-1518241

(24) 등록일자 2015년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/02 (2006.01) **G01R 35/00** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7019498
 (22) 출원일자(국제) 2009년01월23일
 심사청구일자 2013년10월02일
 (85) 번역문제출일자 2010년09월01일
 (65) 공개번호 10-2010-0131994
 (43) 공개일자 2010년12월16일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2009/031776
 (87) 국제공개번호 WO 2009/108422
 국제공개일자 2009년09월03일
 (30) 우선권주장
 12/037,393 2008년02월26일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 EP01637898 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
알레그로 마이크로시스템즈, 엘엘씨
 미합중국 01615-0036 메사츄세츠 워세스터 115
 노스이스트 컷오프
 (72) 발명자
두그, 마이클, 씨.
 미국 03104 뉴햄프셔주 맨체스터 노스 아담스 스트리트 115
몬레알, 제라르도
 아르헨티나 1636 필라르 부에노스 아이레스 하라스 필라르 프라테라 144
데일리, 윌리엄, 피.
 미국 03031 뉴햄프셔주 암허스트 하이랜드 드라이브 1
 (74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 23 항

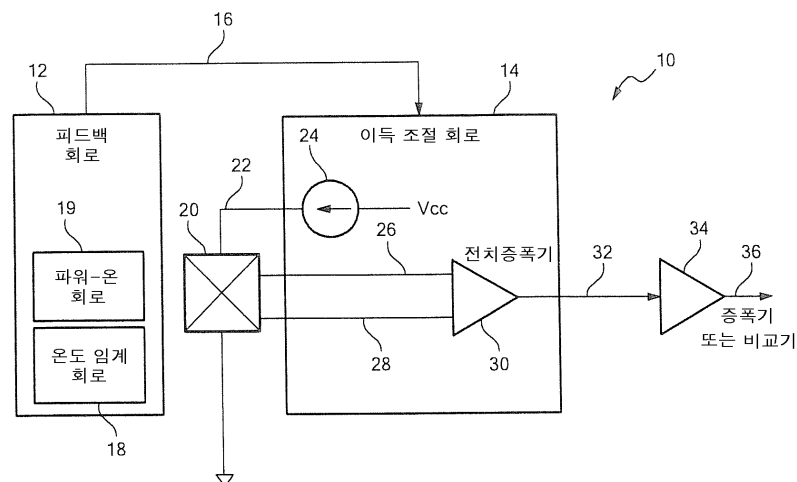
심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 **자동 민감도 조절 기능을 가지는 자기장 센서**

(57) 요약

자기장 센서들은 자기장 감지 소자, 및 자기장 감지 소자와 관련된 민감도에 영향을 미치는 이득-조절 신호를 제공하는 피드백 회로를 포함한다. 일 실시예에서 피드백 회로는, 자기장 감지 소자가 배치된 기판의 변형을 감지하는 압저항들을 포함할 수 있다. 이러한 배치를 통해, 피드백 회로는 감지된 변형에 따라 이득-조절 신호를 생성할 수 있다. 다른 실시예에서 피드백 회로는, 자기장 감지 소자의 민감도를 직접 측정하기 위해, 자기장 감지 소자와 인접한 펄스화된 자기장을 생성할 수 있다. 이러한 배치를 통해, 피드백 회로는 감지된 민감도에 따라 이득-조절 신호를 생성할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

기판에 의해 지지되고, 제1 자기장에 대한 민감도를 가지는 자기장-응답 신호 부분(magnetic-field-responsive signal portion)을 포함하는 출력 신호를 생성하는 자기장 감지 소자;

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 자기장 감지 소자와 인접하며, 제2 자기장을 생성하는 전류 컨덕터; 및 상기 제2 자기장에 응답하여 이득-계산 신호(gain-calculated signal) 및 이득-조정 신호(gain-adjustment signal)를 생성하는 이득-계산 회로(gain-calculation circuit);를 구비하는 피드백 회로; 및

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 이득-조정 신호를 수신하도록 연결된 이득-조정 노드를 포함하며, 상기 이득-조정 신호에 응답하여 상기 자기장-응답 신호 부분의 민감도를 조절하는 이득-조정 회로(gain-adjustment circuit)를 포함하며,

상기 이득-계산 회로는 인에이블 신호에 응답하여 상기 이득-계산 신호를 샘플 앤 홀드하여 상기 이득-조정 신호를 생성하는 샘플-앤-홀드 회로를 포함하는 자기장 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자에 의해 생성되는 상기 출력 신호는 상기 자기장-응답 신호 부분 및 이득-조정-신호-관련 부분(gain-adjustment-signal-related portion)을 포함하고,

상기 이득-조정-신호-관련 부분은 상기 제2 자기장에 응답하고, 상기 이득-조정 신호와 관련되고, AC 신호 성분을 포함하며,

상기 자기장 센서는 상기 자기장 감지 소자와 연결되고, 상기 자기장-응답 신호 부분에서 상기 이득-조정-신호-관련 부분을 분리시키는 필터 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 전류 펄스들이 생성되는 출력 노드를 구비하는 전류 생성기 회로를 더 포함하고,

상기 전류 컨덕터는 상기 제2 자기장을 발생시키는 상기 전류 펄스들을 수신하도록 연결되며, 상기 이득-조정-신호-관련 부분의 상기 AC 신호 성분은 상기 전류 펄스들의 AC 신호 성분과 관련된 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자는 홀 효과 소자(Hall effect element)이고,

상기 이득-조정 회로는 상기 홀 효과 소자와 연결된 전류 생성기를 포함하며, 상기 전류 생성기는 상기 이득-조정 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 이득-조정 회로는 상기 자기장 감지 소자로부터 상기 출력 신호를 수신하도록 연결된 증폭기를 포함하며, 상기 증폭기는 상기 이득-조정 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 피드백 회로는,

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 제2 자기장에 응답하며, 상기 이득-조정 신호와 관련된 출력 신호를 생성하는 제2 자기장 감지 소자를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 상기 기관에 의해 지지되고, 제1 압전(piezoelectric) 출력 신호가 생성되는 노드를 구비하는 제1 압저항(piezoresistor)을 더 포함하고,

상기 제1 압전 출력 신호는 제1 방향에 대한 상기 기관의 변형(strain)에 응답하며, 상기 이득-조절 신호와 관련되는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 상기 기관에 의해 지지되고, 제2 압전 출력 신호가 생성되는 노드를 구비하는 제2 압저항을 더 포함하고,

상기 제2 압전 출력 신호는, 일반적으로 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 상기 기관의 변형에 응답하고, 상기 제2 자기장에 응답하고, 상기 이득-조절 신호와 관련되며,

상기 제1 및 제2 압저항들 각각은 주요 응답 축(primary response axis)을 각각 가지고, 상기 제1 및 제2 압저항들은 일반적으로 각각의 상기 주요 응답 축들이 직교하도록 상대적인 방향(relative orientation)으로 배치되며,

상기 이득-계산 회로는, 상기 제1 및 제2 압전 출력 신호들과 관련된 신호들을 수신하도록 연결되는 제1 및 제2 입력 노드들, 및 상기 이득-조절 신호가 생성되는 출력 노드를 구비하는 결합 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 전류 컨덕터는 제1 및 제2 전류 컨덕터들을 포함하고, 상기 제2 자기장은 제1 및 제2 자기장 부분들을 포함하며,

상기 제1 압저항은 상기 제1 자기장 부분에 응답하고 상기 제2 압저항은 상기 제2 자기장 부분에 응답하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자에 의해 생성되는 상기 출력 신호는 상기 자기장-응답 신호 부분 및 이득-조절-신호-관련 부분을 포함하고,

상기 이득-조절-신호-관련 부분은 상기 제2 자기장에 응답하고, 상기 이득-조절 신호와 관련되고, AC 신호 성분을 포함하며,

상기 자기장 센서는 상기 자기장 감지 소자와 연결되고, 상기 자기장-응답 신호 부분에서 상기 이득-조절-신호-관련 부분을 분리시키는 필터 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 전류 펄스들이 생성되는 출력 노드를 구비하는 전류 생성기 회로를 더 포함하고,

상기 전류 컨덕터는 상기 제2 자기장을 발생시키는 상기 전류 펄스들을 수신하도록 연결되며, 상기 이득-조절-신호-관련 부분의 상기 AC 신호 성분은 상기 전류 펄스들의 AC 신호 성분과 관련된 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자는 홀 효과 소자이고,

상기 이득-조절 회로는 상기 홀 효과 소자와 연결된 전류 생성기를 포함하며, 상기 전류 생성기는 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 이득-조절 회로는 상기 자기장 감지 소자로부터 상기 출력 신호를 수신하도록 연결된 증폭기를 포함하며, 상기 증폭기는 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 임계 온도 이상의 온도에 응답하여 온도 인에이블 신호를 생성하는 온도 임계 회로를 더 포함하고,

상기 피드백 회로의 선택된 부분들은 상기 온도 인에이블 신호의 상태에 따라 턴온되거나 턴오프되는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 파워 온 되는 상기 자기장 센서에 응답하여 파워-온 인에이블 신호를 생성하는 파워-온 회로를 더 포함하고,

상기 피드백 회로의 선택된 부분들은 상기 파워-온 인에이블 신호의 상태에 따라 턴온되거나 턴오프되는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

기관에 의해 지지되고, 제1 자기장에 대한 민감도를 가지는 자기장-응답 신호 부분(magnetic-field-responsive

signal portion)을 포함하는 출력 신호를 생성하는 자기장 감지 소자;

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 자기장 감지 소자와 인접하며, 제2 자기장을 생성하는 전류 컨덕터; 상기 기판에 의해 지지되고, 상기 제2 자기장에 응답하는 제2 자기장 감지 소자; 및 상기 제2 자기장에 응답하여 이득-조절 신호(gain-adjustment signal)를 생성하는 이득-계산 회로(gain-calculation circuit);를 구비하는 피드백 회로; 및

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 이득-조절 노드를 포함하며, 상기 이득-조절 신호에 응답하여 상기 자기장-응답 신호 부분의 민감도를 조절하는 이득-조절 회로(gain-adjustment circuit)를 포함하며,

상기 제2 자기장 감지 소자는 상기 이득-조절 신호와 관련된 출력 신호를 생성하는 자기장 센서.

청구항 27

기판에 의해 지지되고, 제1 자기장에 대한 민감도를 가지는 자기장-응답 신호 부분(magnetic-field-responsive signal portion)을 포함하는 출력 신호를 생성하는 자기장 감지 소자;

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 자기장 감지 소자와 인접하며, 제2 자기장을 생성하는 전류 컨덕터; 상기 기판에 의해 지지되고, 제1 압전(piezoelectric) 출력 신호가 생성되는 노드를 구비하는 제1 압저항(piezoresistor); 및 상기 제2 자기장에 응답하여 이득-조절 신호(gain-adjustment signal)를 생성하는 이득-계산 회로(gain-calculation circuit);를 구비하는 피드백 회로; 및

상기 기판에 의해 지지되고, 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 이득-조절 노드를 포함하며, 상기 이득-조절 신호에 응답하여 상기 자기장-응답 신호 부분의 민감도를 조절하는 이득-조절 회로(gain-adjustment circuit)를 포함하며,

상기 제1 압전 출력 신호는 제1 방향에 대한 상기 기판의 변형(strain)에 응답하고, 상기 제2 자기장에 응답하며, 상기 이득-조절 신호와 관련되는 자기장 센서.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 상기 기판에 의해 지지되고, 제2 압전 출력 신호가 생성되는 노드를 구비하는 제2 압저항을 더 포함하고,

상기 제2 압전 출력 신호는, 일반적으로 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 상기 기판의 변형에 응답하고, 상기 제2 자기장에 응답하고, 상기 이득-조절 신호와 관련되며,

상기 제1 및 제2 압저항들 각각은 주요 응답 축(primary response axis)을 각각 가지고, 상기 제1 및 제2 압저항들은 일반적으로 각각의 상기 주요 응답 축들이 직교하도록 상대적인 방향(relative orientation)으로 배치되며,

상기 이득-계산 회로는, 상기 제1 및 제2 압전 출력 신호들과 관련된 신호들을 수신하도록 연결되는 제1 및 제2 입력 노드들, 및 상기 이득-조절 신호가 생성되는 출력 노드를 구비하는 결합 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 전류 컨덕터는 제1 및 제2 전류 컨덕터들을 포함하고, 상기 제2 자기장은 제1 및 제2 자기장 부분들을 포함하며,

상기 제1 압저항은 상기 제1 자기장 부분에 응답하고 상기 제2 압저항은 상기 제2 자기장 부분에 응답하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 30

제 28 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자에 의해 생성되는 상기 출력 신호는 상기 자기장-응답 신호 부분 및 이득-조절-신호-관련 부분을 포함하고,

상기 이득-조절-신호-관련 부분은 상기 제2 자기장에 응답하고, 상기 이득-조절 신호와 관련되고, AC 신호 성분

을 포함하며,

상기 자기장 센서는 상기 자기장 감지 소자와 연결되고, 상기 자기장-응답 신호 부분에서 상기 이득-조절-신호-관련 부분을 분리시키는 필터 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 31

제 30 항에 있어서, 상기 피드백 회로는, 전류 펄스들이 생성되는 출력 노드를 구비하는 전류 생성기 회로를 더 포함하고,

상기 전류 컨덕터는 상기 제2 자기장을 발생시키는 상기 전류 펄스들을 수신하도록 연결되며, 상기 이득-조절-신호-관련 부분의 상기 AC 신호 성분은 상기 전류 펄스들의 AC 신호 성분과 관련된 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 32

제 28 항에 있어서, 상기 자기장 감지 소자는 홀 효과 소자이고,

상기 이득-조절 회로는 상기 홀 효과 소자와 연결된 전류 생성기를 포함하며, 상기 전류 생성기는 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

청구항 33

제 28 항에 있어서, 상기 이득-조절 회로는 상기 자기장 감지 소자로부터 상기 출력 신호를 수신하도록 연결된 증폭기를 포함하며, 상기 증폭기는 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 제어 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기장 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기장 센서들에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 자기장에 대한 자기장 센서들의 민감도(sensitivity)를 감지하고 조절하는 회로를 포함하는 자기장 센서들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자기장 센서들은, 예를 들어 홀 효과(Hall effect) 소자들 및 자기저항(magnetoresistance) 소자들과 같은 다양한 종류의 자기장 감지 소자들을 이용한다. 상기 자기장 감지 소자들은 공통 기판(common substrate) 상에 배치된 다양한 전자장치들과 연결될 수 있다. 자기장 감지 소자 (및 자기장 센서)는 다양한 성능 특성들에 의해 특정될 수 있으며, 상기 다양한 성능 특성들 중 하나는 민감도(sensitivity)이다. 상기 민감도는 상기 자기장 감지 소자에 가해지는 자기장에 대한 출력 신호의 진폭으로 표현될 수 있다.

[0003] 자기장 감지 소자의 민감도, 즉 자기장 센서의 민감도는 다양한 파라미터들과 관련하여 변경되는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 상기 민감도는 자기장 감지 소자의 온도 변화와 관련하여 변경될 수 있다. 다른 예에서, 상기 민감도는 자기장 감지 소자가 배치된 기판에 가해지는 변형(strain)과 관련하여 변경될 수 있다. 상기 변형은 기판을 포함하는 집적 회로를 제조하는 동안에 상기 기판에 가해질 수 있다. 예를 들어, 상기 변형은, 기판을 캡슐화(encapsulation)시키는데 사용되는 몰딩 혼합물들(molding compounds)이 경화(curing)됨에 따라 발생하는 스트레스들에 의해 발생할 수 있다. 상기 캡슐화는 예를 들어 플라스틱 캡슐화일 수 있다.

[0004] 자기장 센서의 온도 변화로 인하여 민감도가 직접적으로 변화될 수 있다. 하지만 온도 변화로 인하여 자기장 감지 소자가 배치된 기판에 변형이 발생할 수 있기 때문에, 자기장 센서의 온도 변화는 민감도를 간접적으로 변화시킬 수도 있다.

[0005] 자기장 센서 및 자기장 감지 소자의 민감도가 변화되는 것은 바람직하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 목적은 직접적 또는 간접적으로 자기장 감지 소자의 민감도

를 측정하여 조절하는 회로를 포함하여 민감도가 일정하게 유지되는 자기장 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007]

본 발명의 일 측면에 따르면, 자기장 센서는 기관에 의해 지지되는 자기장 감지 소자를 포함한다. 자기장 감지 소자는 자기장-응답 신호 부분(magnetic-field-responsive signal portion)을 포함하는 출력 신호를 생성한다. 상기 자기장-응답 신호 부분은 제1 자기장에 대한 민감도를 가진다. 자기장 센서는 또한 피드백 회로를 포함하며, 상기 피드백 회로는 상기 기관에 의해 지지되고 상기 자기장 감지 소자와 인접하는 전류 컨덕터를 포함한다. 상기 전류 컨덕터는 제2 자기장을 생성한다. 상기 피드백 회로는 또한 상기 제2 자기장에 응답하여 이득-조절 신호(gain-adjustment signal)를 생성하는 이득-계산 회로(gain-calculation circuit)를 포함한다. 상기 자기장 센서는 또한 상기 기관에 의해 지지되고, 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 이득-조절 노드를 구비하는 이득-조절 회로(gain-adjustment circuit)를 포함한다. 상기 이득-조절 회로는 상기 이득-조절 신호에 응답하여 상기 자기장-응답 신호 부분의 민감도를 조절한다.

[0008]

본 발명의 다른 측면에 따르면, 자기장 센서는 기관에 의해 지지되는 자기장 감지 소자를 포함한다. 자기장 감지 소자는 자기장-응답 신호 부분을 포함하는 출력 신호를 생성한다. 상기 자기장-응답 신호 부분은 제1 자기장에 대한 민감도를 가진다. 자기장 센서는 또한 피드백 회로를 포함한다. 상기 피드백 회로는 상기 기관에 의해 지지되는 제1 압저항(piezoresistor)을 포함한다. 상기 제1 압저항은 제1 압전(piezoelectric) 출력 신호가 생성되는 노드를 구비한다. 상기 제1 압전 출력 신호는 제1 방향에 대한 상기 기관의 변형에 응답한다. 상기 피드백 회로는 또한 상기 기관에 의해 지지되는 제2 압저항을 포함한다. 상기 제1 및 제2 압저항들 각각은 주요 응답 축(primary response axis)을 각각 가지고, 상기 제1 및 제2 압저항들은 일반적으로 각각의 상기 주요 응답 축들이 직교하도록 상대적인 방향(relative orientation)으로 배치된다. 상기 제2 압저항은 제2 압전 출력 신호가 생성되는 노드를 구비한다. 상기 제2 압전 출력 신호는 일반적으로 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 상기 기관의 변형에 응답한다. 상기 피드백 회로는 또한 결합 회로를 포함한다. 상기 결합 회로는 상기 제1 및 제2 압전 출력 신호들과 관련된 신호들을 수신하도록 연결되는 제1 및 제2 입력 노드들, 및 이득-조절 신호가 생성되는 출력 노드를 구비한다. 상기 자기장 센서는 또한 상기 기관에 의해 지지되는 이득-조절 회로를 포함한다. 상기 이득-조절 회로는 상기 이득-조절 신호를 수신하도록 연결된 이득-조절 노드를 포함하며, 상기 이득-조절 신호에 응답하여 상기 자기장-응답 신호 부분의 민감도를 조절한다.

발명의 효과

[0009]

자기장 감지 소자를 포함하는 자기장 센서는 직접적 또는 간접적으로 상기 자기장 감지 소자의 민감도를 측정할 수 있고, 따라서 상기 자기장 센서의 민감도를 조절할 수 있다. 그러므로, 상기 자기장 센서는, 상기 자기장 센서의 민감도를 변화시키는 요인들인 온도 편위들 또는 제조 공정 단계들이 존재하더라도 일반적으로 변하지 않는, 자기장들에 대한 민감도를 유지한다.

도면의 간단한 설명

[0010]

본 발명 자체는 물론 앞에서 설명한 본 발명의 특징들은 하기 도면들에 대한 아래의 자세한 설명에 의해 보다 잘 이해될 수 있을 것이다.

도 1은 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자를 포함하는 회로를 나타내는 블록도이다. 홀 효과 소자는 이득-조절 회로와 연결되고, 상기 이득-조절 회로는 이득-조절 신호를 제공하여 상기 이득-조절 회로의 이득을 조절하는 피드백 회로와 연결된다. 일 실시예에서, 상기 피드백 회로는 온도 임계 회로 및/또는 파워-온 회로를 포함한다.

도 1a는 도 1의 상기 온도 임계 회로로서 사용될 수 있는 온도 임계 회로의 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 1b는 도 1의 상기 온도 임계 회로로서 사용될 수 있는 온도 임계 회로의 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 1c는 도 1의 상기 파워-온 회로 및 상기 온도 임계 회로를 대신하여 사용될 수 있는 결합된 파워-온 온도 임계 회로를 나타내는 블록도이다.

도 2는 상기 피드백 회로가 두 개의 압저항들을 포함하고 상기 이득 조절 회로가 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기를 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 2a는 상기 피드백 회로가 두 개의 압저항들을 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 3은 상기 피드백 회로가 상기 홀 효과 소자에 인접하는 컨덕터를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기를 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 3a는 상기 피드백 회로가 상기 홀 효과 소자에 인접하는 상기 컨덕터를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 3b는 상기 피드백 회로가 제2 홀 효과 소자를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 4는 상기 피드백 회로가 두 개의 압저항들 및 상기 압저항들에 각각 인접하는 컨덕터를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 4a는 상기 피드백 회로가 두 개의 압저항들 및 상기 압저항들에 각각 인접하는 상기 컨덕터를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 상기 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 4b는 상기 피드백 회로가 두 개의 압저항들 및 상기 홀 효과 소자에 인접하는 컨덕터를 포함하고 상기 이득 조절 회로가 상기 홀 효과 소자와 연결된 조절 가능한 전류원을 포함하는, 도 1의 회로의 특정한 다른 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 5는 두 개의 압저항들과 관련된 자기장 감지 소자를 나타내는 블록도이다.

도 6은 자기장 감지 소자 및 상기 자기장 감지 소자에 인접하는 전류 컨덕터를 나타내는 블록도이다.

도 7은 자기장 감지 소자, 두 개의 압저항들 및 상기 압저항들에 각각 인접하는 컨덕터를 나타내는 블록도이다.

도 8은 자기장 감지 소자 및 상기 자기장 감지 소자 주위에 복수의 루프 형태로 구현된 전류 컨덕터를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

본 발명을 설명하기에 앞서, 본 발명의 도입을 위한 일부 개념 및 용어들이 설명된다. 여기에서 사용되는 용어 자기장 센서(magnetic field sensor)는 자기장 감지 소자(magnetic field sensing element)를 포함하는 회로를 설명하는데 사용된다. 자기장 센서들은 다양한 애플리케이션들에 사용될 수 있다. 상기 다양한 애플리케이션들은, 전류 컨덕터를 흐르는 전류에 의하여 발생하는 자기장을 감지하는 전류 센서(current sensor), 강자성체(ferromagnetic object)의 인접도(proximity)를 감지하는 자기 스위치(magnetic switch), 예를 들어 링 자석의 자기 도메인들(magnetic domains)인, 강자성 물체들(ferromagnetic articles)의 통과를 감지하는 회전 검출기(rotation detector), 및 자기장 밀도를 감지하는 자기장 센서를 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 여기에서 용어 자기장 센서와 자기장을 감지하는 회로(circuit for sensing a magnetic field)는 유사한 의미로 사용된다.

[0012]

하기에서는 자기장 감지 소자들이 홀 효과 소자들(Hall effect elements)인 것으로 도시되고 설명되지만, 다른 실시예들에서 상기 자기장 감지 소자들은 홀 효과 소자들, 자기저항 소자들(magnetoresistance elements) 또는 자기트랜지스터들(magnetotransistors)일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어 플래너 홀 소자(planar Hall element) 및 수직 홀 소자(vertical Hall element)와 같은 다양한 종류의 홀 효과 소자들이 알려져 있다. 또한, 예를 들어 자이언트 자기저항(giant magnetoresistance; GMR) 소자, 이방성 자기저항(anisotropic magnetoresistance; AMR) 소자, 및 터널링 자기저항(tunneling magnetoresistance; TMR) 소자 및 자기 터널 접합(magnetic tunnel junction; MTJ)과 같은 다양한 종류의 자기저항 소자들이 알려져 있다.

[0013]

여기에서 사용되는 용어 압저항(piezoresistor)은 상기 압저항의 변형(strain)과 관련된 저항값을 가지는 회로 소자를 설명하는데 사용된다. 종래의 압저항들이 알려져 있지만, 하기에서 설명되는 실시예들에서 압저항들은 상기 압저항에 가해지는 자기장과 관련된 저항값을 또한 가질 수 있으며, 이러한 점에서 상기 압저항은 또한 소위 자기저항으로서의 기능을 수행할 수 있다. 하기에서 설명되는 압저항들이 변형 및 자기장 모두와 관련된 저

항값을 가지기 위해서, 상기 압저항들은 자기장에 대한 민감도가 향상되도록 종래의 압저항들보다 크게(즉, 길게) 형성될 수 있다. 하지만, 여기에서 사용되는 용어 압저항은 또한 종래의 자기저항 소자들을 포함한다.

[0014] 도 1을 참조하면, 자기장을 감지하는 예시적인 회로(10)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(20)를 포함한다. 홀 효과 소자(20)는 전류원(current source, 24)으로부터 구동 전류(drive current, 22)를 수신하도록 연결되고, 이득-조절 회로(gain-adjustment circuit, 14)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(differential Hall voltage signal, 26, 28)를 생성한다. 이득-조절 회로(14)는 전류원(24) 및 전치증폭기(preampifier, 30)를 포함한다. 전치증폭기(30)는 차동 입력 신호(26, 28)를 증폭하고 증폭 신호(amplified signal, 32)를 생성한다. 회로(10)는 또한 다른 회로 소자(34)를 포함할 수 있다. 회로 소자(34)는 일 실시예에서 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 비교기일 수 있다.

[0015] 회로(10)는 또한 직접 또는 간접적으로 홀 효과 소자(20)의 민감도를 감지하는 피드백 회로(feedback circuit, 12)를 포함한다. 상기 피드백 회로는 상기 이득-조절 회로에 인가되는 이득-조절 신호(gain-adjustment signal, 16)를 생성한다.

[0016] 동작함에 있어서, 전류원(24) 및 전치증폭기(30) 중 하나(또는 둘 다)는 이득-조절 신호(16)에 응답하여 증폭 신호(32)의 크기에 영향을 미칠 수 있는 이득 조절 소자로서 사용될 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 피드백 회로(12)는 온도 임계 회로(temperature threshold circuit, 18)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 피드백 회로(12)는 파워-온 회로(power-on circuit, 19)를 포함할 수 있다.

[0018] 온도 임계 회로(18)는 이득-조절 신호(16)에 영향을 미친다. 예를 들어 이득-조절 신호(16)는 회로(10)가 배치된 기관의 온도가 임계 온도(temperature threshold) 이상인 경우에만 상기 이득-조절 회로(14)의 이득을 조절한다.

[0019] 파워-온 회로(19) 또한 이득-조절 신호(16)에 영향을 미친다. 예를 들어 이득-조절 신호(16)는 전력이 회로(10)에 인가되는 짧은 시간 동안에만 상기 이득-조절 회로(14)의 이득을 조절한다.

[0020] 도 1a를 참조하면, 예시적인 온도 임계 회로(40)는 도 1의 온도 임계 회로(18)와 동일하거나 유사할 수 있다. 온도 임계 회로(40)는 온도 감지 소자(temperature-sensing element, 42)를 포함할 수 있다. 온도-감지 소자(42)는 온도-감지 소자(42)가 배치된 기관의 온도에 응답하여 온도 신호(temperature signal, 44)를 생성한다. 비교기(47)는 온도 신호(44)를 수신하도록 연결되고 온도 신호(44)와 임계 신호(threshold signal, 46)를 비교한다. 비교기(47)는 온도 인에이블 신호(temperature enable signal, 48)를 생성한다. 예를 들어, 온도 인에이블 신호(48)는 온도 신호(44)가 온도 임계 신호(46) 이하인 경우에 제1 상태를 가지고, 온도 신호(44)가 온도 임계 신호(46) 이상인 경우에 제2 상태를 가질 수 있다.

[0021] 도 1b를 참조하면, 다른 예시적인 온도 임계 회로(50)는 도 1의 온도 임계 회로(18)와 동일하거나 유사할 수 있다. 온도 임계 회로(50)는 온도-감지 소자(52)를 포함할 수 있다. 온도-감지 소자(52)는 온도-감지 소자(52)가 배치된 기관의 온도에 응답하여 온도 신호(54)를 생성한다. 비교기(58)는 온도 신호(54)를 수신하도록 연결되고 온도 신호(54)와 임계 신호(56)를 비교한다. 비교기(58)는 비교 신호(60)를 생성한다. 예를 들어, 비교 신호(60)는 온도 신호(54)가 온도 임계 신호(56) 이하인 경우에 제1 상태를 가지고, 온도 신호(54)가 온도 임계 신호(56) 이상인 경우에 제2 상태를 가질 수 있다. 온도 임계 회로(50)는 또한 단안정 멀티바이브레이터(monostable multivibrator, 62)를 포함한다. 단안정 멀티바이브레이터(62)는 비교 신호(60)를 수신하도록 연결되고 온도 인에이블 신호(64)를 생성한다.

[0022] 동작함에 있어서, 온도 인에이블 신호(64)는 펄스 신호이며, 상기 온도 인에이블 신호(64)의 펄스는 온도 신호(54)와 온도 임계 신호(56)의 값이 교차하는 시간 또는 그 근처에서 시작되고, 단안정 멀티바이브레이터(62)의 특성에 의해 결정되는 시간에서 종료된다. 일 실시예에서, 펄스 신호(64)는 약 1 밀리세컨드(millisecond)의 지속 시간을 가진다.

[0023] 도 1a의 회로(40)는 실질적으로 정적 신호(static signal)인 온도 인에이블 신호(48)를 생성하는데 비하여, 도 1b의 회로(50)는 펄스 신호인 온도 인에이블 신호(64)를 생성함을 알 수 있다.

[0024] 도 1c를 참조하면, 결합된 파워-온 및 온도 임계 회로(700)는 인에이블 신호(742)를 제공한다. 인에이블 신호(742)는 파워 업 시간 및 온도 편위(temperature excursions) 시간에서 상태가 변경된다. 회로(700)는 파워-온 회로(702)를 포함한다. 파워-온 회로(702)는 예를 들어 도 1의 회로(10)와 같은 회로의 파워 업을 나타내는 파워-온 신호(704)를 생성한다.

- [0025] 도 1의 파워-온 회로(19) 또는 도 1c의 파워-온 회로(702)로서 이용될 수 있는 파워-온 회로들은 널리 알려져 있으므로 상세한 설명은 생략한다. 하지만, 일 실시예에서 파워-온 회로들(19, 702)은 실질적으로 정적인 파워-온 인에이블 신호를 생성할 수 있고, 다른 실시예에서 파워-온 회로들(19, 702)은 펄스 신호인 상기 파워-온 인에이블 신호를 생성할 수 있음을 알 수 있다. 상기 펄스 신호는 예를 들어 도 1의 회로(10)와 같은 회로에 파워가 인가되는 시간 근처에서 발생될 수 있다.
- [0026] 회로(700)는 또한 단안정 멀티바이브레이터(706)를 포함한다. 단안정 멀티바이브레이터(706)는 파워-온 신호(704)를 수신하도록 연결되고, 미리 정해진 주기를 가지는 파워-온 이진 펄스 신호(power-on binary pulse signal, 708)를 생성한다. 파워-온 이진 펄스 신호(708)는 OR 게이트(714)에 연결된다. OR 게이트(714)는 이진 샘플링 신호(binary sampling signal, 716)를 생성한다.
- [0027] 회로(700)는 또한 온도 감지 소자(744)를 포함한다. 온도 감지 소자(744)는 예를 들어 도 1의 회로(10)와 같은 회로의 온도를 나타내는 온도 신호(746)를 생성한다. 샘플-앤-홀드 회로(sample-and-hold circuit, 748)는 온도 신호(746)를 수신하고, 이진 샘플링 신호(716)가 일 상태인 동안에 온도 신호(746)를 샘플링하며, 이진 샘플링 신호(716)가 다른 상태인 동안에 고정 온도 신호(held temperature signal, 750)를 발생한다.
- [0028] 오프셋 회로(718)는 고정 온도 신호(750)를 수신하도록 연결된다. 일 실시예에서, 오프셋 회로(718)는 제1 및 제2 전압원들(722, 724)을 포함한다. 제1 및 제2 전압원들(722, 724)은 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)를 각각 생성하도록 연결된다. 양의 오프셋 고정 온도 신호(720)는 고정 온도 신호(750)에 비해 미리 정해진 양만큼, 예를 들어 100 밀리볼트(millivolt)만큼 높은 값을 가질 수 있다. 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)는 고정 온도 신호(750)에 비해 미리 정해진 양만큼, 예를 들어 100 밀리볼트(millivolt)만큼 낮은 값을 가질 수 있다. 하지만 다른 실시예에서, 제1 및 제2 전압원들(722, 724)은 서로 다를 수 있고, 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)는 고정 온도 신호(750)에 비해 서로 다른 미리 정해진 양들만큼의 차이를 가질 수 있다.
- [0029] 윈도우 비교기(window comparator, 730)는 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)를 수신한다. 윈도우 비교기들은 다양한 토폴로지(topology)로 구현될 수 있으며, 도시된 토폴로지는 일 예이다. 윈도우 비교기(730)는 또한 온도 신호(746)를 수신하도록 연결된다.
- [0030] 동작함에 있어서, 윈도우 비교기(730)는 이진 윈도우 비교기 출력 신호(binary window comparator output signal, 742)를 생성하며, 온도 신호(746)가 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)의 경계들에 의해 정의된 윈도우의 바깥으로 천이할 때마다 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)의 상태가 변화된다. 이러한 방식으로, 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)는 온도 감지 소자(744)에서 감지되는 온도 편위를 나타낸다.
- [0031] 또한 회로(700)의 파워 업 시간 근처에서 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)의 상태가 변화된다. 파워 업 시에, 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)는 안정된 값들에 보다 느리게 도달하는 반면에, 온도 신호(746)는 온도를 나타내는 값에 빠르게 도달한다. 따라서 파워 업 시에, 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)는 초기에는 예를 들어 하이 상태일 수 있다. 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)가 더 안정된 값들에 도달함에 따라 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)는 로우 상태로 천이할 수 있다.
- [0032] 또한 동작함에 있어서, 온도 신호(746)가 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)의 경계들에 의해 정의된 상기 윈도우의 바깥으로 천이하는 임의의 시간에서, 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)의 상태는 변화된다.
- [0033] 이후의 도면들에 도시된 회로들에서, 이진 윈도우 비교기 출력 신호(742)는 인에이블(enable) 신호로 사용될 수 있다. 후술될 것처럼, 자기장을 감지하는 회로의 이득 조절, 즉 이득 조정(gain calibration)은 인에이블 신호(742)가 하이 상태인 동안에 수행될 수 있으며, 다른 예에서 인에이블 신호(742)가 로우 상태인 동안에 수행될 수 있다. 상술된 설명으로부터, 파워 업 시간 또는 그 근처에서 상기 조정을 시작하고, 또한 온도 감지 소자(744)에서 감지되는 온도 편위가 발생하는 시간 또는 그 근처에서 상기 조정을 시작할 수 있도록 인에이블 신호(742)가 제공될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0034] 여기에서 사용되는 용어 인에이블 신호는 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합을 나타낸다.

- [0035] 인에이블 신호(742)는 온도 편위 이진 펄스 신호(temperature excursion binary pulse signal, 710)를 생성하는 또 다른 단안정 멀티바이브레이터(712)와 연결된다. OR 게이트(714)는 온도 편위 이진 펄스 신호(710)를 수신하며, 온도 편위로 인하여 인에이블 신호(742)의 상태가 변하는 경우에 이진 샘플링 신호(716) 내에 또 다른 펄스를 발생한다.
- [0036] 온도 편위로 인하여 발생된 펄스 이진 샘플링 신호(pulsed binary sample signal, 716)는 고정 온도 신호(750)가 새로운 값을 가지도록 하며, 따라서 양의 오프셋 고정 온도 신호(720) 및 음의 오프셋 고정 온도 신호(726)의 경계들에 의해 정의된 상기 윈도우는 고정 온도 신호(750)로 둘러싸인 새로운 위치(position)를 가진다. 그러므로, 인에이블 신호(742)는 원래의 상태로 되돌아간다.
- [0037] 이러한 방식으로, 파워 업 조건으로 인하여 인에이블 신호(742)가 일시적으로 하이 상태를 가지며, 또한 온도 감지 소자(744)에서 감지되는 온도 편위로 인하여 인에이블 신호(742)가 일시적으로 하이 상태를 가진다. 따라서, 인에이블 신호(742)는 파워 업 시에, 그리고 양의 온도 편위 또는 음의 온도 편위와 같은 미리 정해진 온도 편위가 발생하는 경우에 후술될 임의의 회로들을 자동적으로 조정(예를 들어, 이득을 조절)시킬 수 있다.
- [0038] 도 2를 참조하면, 자기장을 감지하는 회로(70)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 피드백 회로(72)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(72)는 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있다. 피드백 회로(72)는 보다 상세하게 후술된다.
- [0039] 회로(70)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(108)를 포함한다. 홀 효과 소자(108)는 전류원(110)으로부터 구동 전류 신호(112)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(118)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(114, 116)를 생성한다. 전치 증폭기(118)는 피드백 회로(72)에 의해 생성되는 이득-조절 신호(106)에 응답하는 이득을 가지는 이득-조절 소자로서 사용된다. 전치증폭기(118)는 차동 입력 신호(114, 116)를 증폭하고 증폭 신호(120)를 생성한다. 회로(70)는 또한 다른 회로 소자(122)를 포함할 수 있다. 회로 소자(122)는 증폭 신호(120)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(124)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(122)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(122)는 비교기일 수 있다.
- [0040] 피드백 회로(72)는 제1 및 제2 압저항들(80, 86)을 포함할 수 있다. 압저항은 상기 압저항에 가해지는 변형과 관련하여 가변하는 저항값을 가지는 회로 소자를 나타낼 수 있다. 상술된 것처럼, 회로(70)가 배치된 기판에 온도 편위가 발생하는 경우에, 또는 예를 들어 집적 회로 구조가 오버몰딩(overmolding)되는 것과 같이 상기 기판이 특정한 제조 공정을 거치는 경우에, 상기 기판은 스트레스를 받을 수 있고, 변형될 수 있다. 상기 변형은 자기장 감지 소자(108)의 민감도에 영향을 미칠 수 있다. 보다 상세히 후술되겠지만, 피드백 회로(72), 특히 제1 및 제2 압저항들(80, 86)은 상기 변형을 측정할 수 있고, 피드백 회로(72)는 상기 변형과 관련된 피드백 신호(106)를 생성할 수 있다.
- [0041] 제1 압저항(80)은 제1 전류원(76)으로부터 제1 전류 신호(78)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제1 전류원(76)은 제1 전압 신호(78a)를 유기(induce)시킬 수 있다. 피드백 회로(72)는 또한 제1 증폭기(81)를 포함할 수 있다. 제1 증폭기(81)는 제1 전압 신호(78a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제1 증폭 신호(94)를 생성할 수 있다.
- [0042] 이와 유사하게, 제2 압저항(86)은 제2 전류원(82)으로부터 제2 전류 신호(84)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제2 전류원(82)은 제2 전압 신호(84a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(72)는 또한 제2 증폭기(90)를 포함할 수 있다. 제2 증폭기(90)는 제2 전압 신호(84a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제2 증폭 신호(92)를 생성할 수 있다.
- [0043] 피드백 회로(72)는 결합 회로(combining circuit, 96)를 더 포함할 수 있다. 결합 회로(96)는 제1 및 제2 증폭 신호들(94, 92)을 수신하도록 연결될 수 있고, 출력 신호(98)를 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 피드백 회로(72)는 출력 신호(98)를 수신하도록 연결된 샘플-앤-홀드 회로(104)를 포함한다. 샘플-앤-홀드 회로(104)는 펄스 생성기(100)로부터 펄스 신호(102)를 수신하도록 연결될 수 있다. 펄스 신호(102)의 상태 또는 천이에 따라 샘플-앤-홀드 회로(104)는 출력 신호(98)를 샘플링하고 따라서 이득-제어 신호(gain-control signal, 106)를 생성할 수 있다. 펄스 생성기(100)는 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합일 수 있는 인에이블 신호(88)에 응답할 수 있다. 이를 위해, 회로(70)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(88)만이 도시되었다.
- [0044] 상술된 설명으로부터, 샘플-앤-홀드 회로(104)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 임계 온도 이상으로 증가하거나 최근에 회로(70)에 전력

이 인가되는 동안에 출력 신호(98)를 샘플링하여 이득-조절 신호(106)를 생성할 수 있음을 알 수 있다. 이와 반대로, 샘플-앤-홀드 회로(104)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 비활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 상기 임계 온도 이상에서 상기 임계 온도 이하로 감소하거나 회로(70)에 전력이 인가된 이후에 이득-조절 신호(106)를 홀드(hold)할 수 있다.

[0045] 제1 및 제2 전류원들(76, 82) 또한 인에이블 신호(88)를 각각 수신할 수 있으며, 제1 및 제2 전류원들(76, 82)은 인에이블 신호(88)가 활성화된 경우에만 제1 및 제2 전류 신호들(78, 84)을 각각 생성할 수 있다. 이러한 조절을 통해, 회로(70)는 이득 조절이 필요하지 않은 시간에, 예를 들어 상기 회로(70)의 온도가 상기 임계 온도를 초과하지 않는 시간에 전력을 보존할 수 있다.

[0046] 일 실시예에서, 제1 및 제2 압저항들(80, 86)은 서로 직교하도록(orthogonally) 기관 상에 배치될 수 있다. 이러한 배치를 통해, 제1 전압 신호(78a)의 값은 상기 기관의 주 표면(major surface)과 평행한 제1 방향에 대한 변형과 관련되고, 제2 전압 신호(84a)의 값은 상기 기관의 주 표면과 평행하고 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 변형과 관련된다. 이러한 배치를 통해, 압저항들(80, 86)은 상기 기관의 주 표면과 평행한 임의의 방향에 대한 변형을 감지할 수 있다.

[0047] 일 실시예에서, 제1 전류 신호(78)와 제2 전류 신호(84) 사이의 미리 정해진 관계는, 상기 기관에 온도 편위가 발생한 경우에 상기 제1 방향에 대한 상기 기관의 변형과 상기 제2 방향에 대한 상기 기관의 변형 사이의 기대 관계(expected relationship)에 따라 선택된다.

[0048] 일 실시예에서, 결합 회로(96)는 이득-조절 신호(106)가 증폭 신호들(94, 92)의 합에 해당하는 값을 가지도록 출력 신호(98)를 제공한다. 다른 실시예에서, 결합 회로(96)는 이득-조절 신호(106)가 증폭 신호들(94, 92)의 제곱근 평균 제곱(root-mean-square; RMS)의 합에 해당하는 값을 가지도록 출력 신호(98)를 제공한다. 또 다른 실시예에서, 특히 상기 자기장 감지 소자(108)의 민감도가 자기장 감지 소자(108)가 배치된 상기 기관의 변형에 대한 비선형 함수인 경우에, 결합 회로(96)는 증폭 신호들(94, 92)을 다른 방식으로 결합할 수 있다.

[0049] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(106)는 압저항들(80, 86)에 의해 감지되는 상기 변형들과 관련하여 전치증폭기(118)의 이득을 조절하며, 이를 통해 변형들 및 온도 편위들이 존재하더라도 이득-조절 신호(106)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(70)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다. 기관의 변형과 상기 기관의 변형이 상기 기관 상에 배치된 홀 소자의 민감도에 미치는 영향 사이의 관계는 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다. 기관의 온도와 상기 기관의 온도가 상기 기관 상에 배치된 홀 소자의 민감도에 미치는 영향 사이의 관계 또한 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다.

[0050] 도 2a를 참조하면, 도 2의 구성요소와 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 참조부호가 사용되는, 자기장을 감지하는 다른 회로(130)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 2의 피드백 회로(72)를 포함할 수 있다. 도 2의 회로(70)와는 다르게, 조절 가능한 전류원(adjustable current source, 136)을 통하여 이득이 조절된다. 조절 가능한 전류원(136)은 이득-조절 신호(106)에 응답하여 조절 가능한 전류 신호(adjustable current signal, 140)를 생성하여 홀 효과 소자(108)에 제공한다. 도 2의 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기(gain-adjustable preamplifier, 118)는 고정된 이득을 가지는 전치증폭기(fixed gain preamplifier, 142)로 대체된다.

[0051] 회로(130)의 동작은 도 2를 참조하여 상술된 동작과 실질적으로 동일하다.

[0052] 도 3을 참조하면, 자기장을 감지하는 회로(150)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있는 피드백 회로(152)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(152)는 보다 상세하게 후술된다.

[0053] 회로(150)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(166)를 포함한다. 홀 효과 소자(166)는 전류원(190)으로부터 구동 전류 신호(192)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(198)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(194, 196)를 생성한다. 전치 증폭기(198)는 피드백 회로(152)에 의해 생성되는 이득-조절 신호(186)에 응답하는 이득을 가지는 이득-조절 소자로서 사용된다. 전치증폭기(198)는 차동 입력 신호(194, 196)를 증폭하고 증폭 신호(200)를 생성한다. 회로(150)는 또한 저역 통과 필터(low pass filter; LPF, 202)를 포함할 수 있다. 저역 통과 필터(202)는 증폭 신호(200)를 수신하도록 연결되고 필터링 신호(filtered signal, 204)를 생성한다. 회로(150)는 또한 다른 회로 소자(206)를 포함할 수 있다. 회로 소자(206)는 필터링 신호(204)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(208)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(206)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(206)는 비교기일 수 있다.

- [0054] 피드백 회로(152)는 컨덕터(164)를 포함할 수 있다. 예를 들어 컨덕터(164)는 홀 효과 소자(166) 주변에 루프 형태로 구현되도록 도시될 수 있다. 컨덕터(164)는 전류원(160)으로부터 전류 신호(162)를 수신하도록 연결될 수 있다. 전류원(160)은 펄스 생성기(154)에 의해 생성된 펄스 신호(158)를 수신하도록 연결될 수 있다. 펄스 신호(158)는 펄스 전류 신호(pulse current signal, 162)를 발생시킬 수 있다. 일 실시예에서, 상기 펄스 전류 신호는 제1 상태 및 제2 상태의 두 가지의 상태를 가질 수 있다. 상기 제1 상태는 컨덕터(164)에 실질적으로 (essentially) 0의 전류가 흐르는 동안 나타내고, 상기 제2 상태는 컨덕터(164)에 미리 정해진 전류가 흐르는 동안 나타낸다. 일 실시예에서, 상기 제2 상태의 듀티 사이클(duty cycle)은 작을 수 있으며, 예를 들어 약 1 퍼센트 내지 약 5 퍼센트의 범위를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 펄스 전류 신호(162)의 주파수는 약 25kHz 내지 약 500kHz의 범위를 가진다.
- [0055] 전류원(160)이 상기 제1 상태이고 실질적으로 0의 전류를 생성하는 경우에, 홀 효과 센서(166)는 측정하고자 하는 자기장에 대해서만 응답한다. 예를 들어 상기 측정하고자 하는 자기장은, 전류 센서와 관련될 수 있는 전류-운반 컨덕터(current-carrying conductor) 또는 보다 간단한 전류 컨덕터를 통과하는 전류를 발생시키는 자기장일 수 있다. 하지만, 전류원(160)이 상기 제2 상태이고 상기 미리 정해진 전류를 생성하는 경우에, 홀 효과 센서(166)는 측정하고자 하는 자기장 및 컨덕터(164)를 흐르는 상기 미리 정해진 전류에 의해 발생하는 자기장 모두에 대해서 응답한다. 따라서, 증폭 신호(200)는 회로(150)가 측정하고자 하는 상기 자기장을 나타내는 신호와, 상술된 전류 펄스들을 가지는 전류 신호(162)에 의해 발생된 상기 자기장을 나타내는 펄스들이 결합된 신호이다.
- [0056] 증폭기(178)는 증폭 신호(200)를 수신하여 다른 증폭 신호(175)를 생성한다. 제1 및 제2 샘플-앤-홀드 회로들(174, 178)은 증폭 신호(175)를 각각 수신하도록 연결되고 제1 및 제2 샘플링 신호들(sampled signals, 180, 182)을 각각 생성한다. 제1 샘플-앤-홀드 회로(174)는 펄스 신호(158)를 수신하고, 예를 들어 전류 신호(162)가 전류 펄스를 가지는 시간과 같이 펄스 신호(158)가 특정한 상태인 동안에 샘플링을 수행한다. 제2 샘플-앤-홀드 회로(176)는 인버터(170)에 의해 생성된 반전된 펄스 신호(172)를 수신하고, 예를 들어 전류 신호(162)가 전류 펄스를 가지지 않는 시간과 같이 반전된 펄스 신호(172)가 특정한 상태인 동안에 샘플링을 수행한다. 제1 샘플링 신호(180)는 회로(150)가 측정하고자 하는 상기 자기장과 상술된 전류 펄스들을 가지는 전류 신호(162)에 의해 발생된 상기 자기장이 결합된 자기장을 나타내는 반면에, 제2 샘플링 신호(182)는 회로(150)가 측정하고자 하는 상기 자기장을 나타낸다.
- [0057] 피드백 회로(152)는 제1 및 제2 샘플링 신호들(180, 182)을 수신하도록 연결된 결합 회로(184)를 포함할 수 있다. 결합 회로(184)는 이득-조절 신호(186)를 생성하며, 이득-조절 신호(186)는 전치증폭기(198)에 인가된다. 일 실시예에서, 결합 회로(184)는 제1 및 제2 샘플링 신호들(180, 182)의 차이를 이득-조절 신호(186)로서 제공할 수 있으며, 따라서 이득-조절 신호(186)는 상술된 전류 펄스들을 가지는 전류 신호(162)에 의해 발생된 상기 자기장만을 나타낼 수 있다. 이러한 특정한 조절을 통해, 이득-조절 신호(186)는 상술된 전류 펄스들에 의해 발생된 상기 자기장에 대한 홀 효과 소자(166)의 민감도를 직접적으로 나타냄을 이해할 수 있을 것이다.
- [0058] 여기에서 사용되는 용어 이득-계산 회로(gain-calculation circuit)는 컨덕터(164), 전류원(160) 또는 펄스 생성기(154)를 포함하지 않는 피드백 회로의 부분들을 설명하는데 사용된다.
- [0059] 저역 통과 필터(202)는 상술된 전류 펄스들에 의해 발생된, 증폭 신호(200) 내의 펄스들을 실질적으로 제거하며, 회로(150)가 측정하고자 하는 상기 자기장만을 나타내는 필터링 신호(204)를 남겨 놓는다. 필터링 신호(204)는 제2 샘플링 신호(182)와 유사하며, 다른 실시예에서 신호는 상호 교환적으로 사용될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 신호(204)는 결합 회로(184)와 점선으로 연결되도록 도시되었다.
- [0060] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(186)는 직접적으로 측정된 상기 홀 효과 소자(166)의 민감도와 관련하여 전치증폭기(198)의 이득을 조절하며, 이를 통해 변형과 관련하여 상기 홀 효과 소자(166)의 민감도가 변화하거나 또는 다른 요인과 관련하여 상기 홀 효과 소자(166)의 민감도가 변화하더라도, 이득-조절 신호(186)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(150)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다.
- [0061] 상기 홀 효과 소자(166)의 민감도는, 온도에 의해 홀 효과 소자(166)에서 발생하는 상기 변형들을 제외하더라도 온도에 의해 직접적으로 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 상기 홀 효과 소자의 이동(mobility)은 온도와 관련될 수 있다. 회로(150)는 상기 홀 효과 소자(166)의 민감도를 직접적으로 측정하기 때문에, 회로(150)는 상기 전치증폭기(198)의 이득을 조절하여 임의의 소스(source)의 변화로 인해 발생하는 홀 효과 소자(166)의 민감도의 변화들을 방지한다.

- [0062] 펄스 생성기(154)는 인에이블 신호(156)를 수신하도록 연결될 수 있다. 인에이블 신호(156)는 도 2를 참조하여 상술된 것처럼, 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합을 나타낸다. 이를 위해, 회로(150)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(156)만이 도시되었다.
- [0063] 도 3a를 참조하면, 도 3의 구성요소와 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 참조부호가 사용되는, 자기장을 감지하는 다른 회로(220)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 3의 피드백 회로(152)를 포함할 수 있다. 도 3의 회로(150)와는 다르게, 조절 가능한 전류원(222)을 통하여 이득이 조절된다. 조절 가능한 전류원(222)은 이득-조절 신호(186)에 응답하여 조절 가능한 전류 신호(224)를 생성하여 홀 효과 소자(166)에 제공한다. 도 3의 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기(198)는 고정된 이득을 가지는 전치증폭기(226)로 대체된다.
- [0064] 회로(220)의 동작은 도 3을 참조하여 상술된 동작과 실질적으로 동일하다.
- [0065] 도 3b를 참조하면, 도 3의 회로(150)와 유사한, 자기장을 감지하는 회로(240)는 홀 효과 소자의 민감도를 직접적으로 측정하여 이득을 조절한다. 하지만 회로(150)와는 다르게, 상기 민감도를 직접적으로 측정하는데 사용되는 소자는 자기장을 측정하기 위한 홀 효과 소자(280)가 아닌 제2 홀 효과 소자(254)이다.
- [0066] 회로(240)는 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있는 피드백 회로(242)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(242)는 보다 상세하게 후술된다.
- [0067] 회로(240)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(280)를 포함한다. 홀 효과 소자(280)는 전류원(276)으로부터 구동 전류 신호(278)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(286)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(282, 284)를 생성한다. 전치 증폭기(286)는 증폭 신호(288)를 생성한다. 회로(240)는 또한 다른 회로 소자(290)를 포함할 수 있다. 회로 소자(290)는 증폭 신호(288)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(292)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(290)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(290)는 비교기일 수 있다.
- [0068] 피드백 회로(242)는 예를 들어 홀 효과 소자인 제2 자기장 감지 소자(254)를 포함할 수 있다. 제2 홀 효과 소자(254)는 전류원(256)으로부터 구동 전류 신호(258)를 수신하도록 연결되고, 제2 전치증폭기(268)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(264, 266)를 생성한다. 예를 들어 코일의 형태로 도시된 전류 컨덕터(252)는 제2 홀 효과 소자(254)에 인접한다. 전류 컨덕터(252)는 전류원(246)으로부터 전류 신호(250)를 수신한다. 차동 홀 전압 신호(264, 266)는 전류 컨덕터(252)에 의해 발생된 자기장을 나타내며, 제2 홀 효과 소자(254)의 민감도를 나타낸다. 일 실시예에서, 회로(240)는 제2 홀 효과 소자(254)에 인접하는 자기 차폐물(magnetic shield)을 포함하여 전류 컨덕터(252)에 의해 발생된 상기 자기장 이외의 자기장이 제2 홀 효과 소자(254)에 미치는 영향을 감소시킨다.
- [0069] 제2 전치증폭기(268)는 증폭 신호(270)를 생성한다. 피드백 회로(242)는 샘플-앤-홀드 회로(272)를 포함할 수 있다. 샘플-앤-홀드 회로(272)는 증폭 신호(270)를 수신하도록 연결되고 이득-조절 신호(274)를 생성할 수 있다. 전류원(276)은 이득-조절 신호(274)에 응답하여 조절 가능한 전류 신호(278)인 전류 신호(278)를 생성하여 홀 효과 소자(280)에 제공한다.
- [0070] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(274)는 전류원(276)을 조절하며, 이를 통해 홀 효과 소자(280)의 민감도의 변화와 관련된 상기 제2 홀 효과 소자(254)의 민감도가 변화하더라도 이득-조절 신호(274)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(240)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다.
- [0071] 펄스 생성기(260)는 인에이블 신호(248)를 수신하도록 연결될 수 있다. 인에이블 신호(248)는 도 2를 참조하여 상술된 것처럼, 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합을 나타낸다. 이를 위해, 회로(240)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(248)만이 도시되었다.
- [0072] 제1 및 제2 전류원들(246, 256) 또한 인에이블 신호(248)를 각각 수신할 수 있으며, 제1 및 제2 전류원들(246, 256)은 인에이블 신호(248)가 활성화된 경우에만, 즉 특정한 상태를 가지는 경우에만 제1 및 제2 전류 신호들(250, 258)을 각각 생성할 수 있다. 이러한 조절을 통해, 회로(240)는 이득 조절이 필요하지 않은 시간에, 예를 들어 상기 회로(240)의 온도가 상기 임계 온도를 초과하지 않는 시간에 전력을 보존할 수 있다.
- [0073] 피드백 회로(242)가 전류원(276)을 통하여 홀 효과 소자(280)와 관련된 상기 이득을 제어하는 것으로 도시되었

지만, 다른 실시예에서 이득-조절 신호(274)는 전치증폭기(286) 대신에 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기에 인가될 수 있다.

- [0074] 도 4를 참조하면, 자기장을 감지하는 회로(300)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있는 피드백 회로(302)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(302)는 보다 상세하게 후술된다.
- [0075] 회로(300)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(352)를 포함한다. 홀 효과 소자(352)는 조절 가능한 전류원(348)으로부터 구동 전류 신호(350)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(358)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(354, 356)를 생성한다. 조절 가능한 전류원(348)은 피드백 회로(302)에 의해 생성되는 이득-조절 신호(344)에 응답하고 차동 홀 전압 신호(354, 356)의 이득을 조절한다. 전치 증폭기(358)는 증폭 신호(360)를 생성한다. 회로(300)는 또한 다른 회로 소자(362)를 포함할 수 있다. 회로 소자(362)는 증폭 신호(360)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(364)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(362)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(362)는 비교기일 수 있다.
- [0076] 피드백 회로(302)는 제1 및 제2 압저항들(312, 320)을 포함할 수 있다. 상술된 것처럼, 회로(300)가 배치된 기관에 온도 편위가 발생하는 경우에, 또는 예를 들어 집적 회로 구조가 오버몰딩되는 것과 같이 상기 기관이 특정한 제조 공정을 거치는 경우에, 상기 기관은 스트레스를 받을 수 있고, 변형될 수 있다. 상기 변형은 자기장 감지 소자(352)의 민감도에 영향을 미칠 수 있다. 보다 상세히 후술되겠지만, 피드백 회로(302), 특히 제1 및 제2 압저항들(312, 320)은 상기 변형을 측정할 수 있고, 피드백 회로(302)는 상기 변형과 관련된 피드백 신호(344)를 생성할 수 있다.
- [0077] 제1 압저항(312)은 제1 전류원(308)으로부터 제1 전류 신호(310)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제1 전류원(308)은 제1 전압 신호(310a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(302)는 또한 제1 증폭기(327)를 포함할 수 있다. 제1 증폭기(327)는 제1 전압 신호(310a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제1 증폭 신호(328)를 생성할 수 있다.
- [0078] 이와 유사하게, 제2 압저항(320)은 제2 전류원(316)으로부터 제2 전류 신호(318)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제2 전류원(316)은 제2 전압 신호(318a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(302)는 또한 제2 증폭기(330)를 포함할 수 있다. 제2 증폭기(330)는 제2 전압 신호(318a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제2 증폭 신호(332)를 생성할 수 있다.
- [0079] 도 2의 회로(70)와 다르게, 회로(300)는 직렬 연결된 제1 및 제2 컨덕터들(314, 322)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어 코일의 형태로 도시된 제1 및 제2 컨덕터들(314, 322)은 제1 및 제2 압저항들(312, 320)에 각각 인접한다. 압저항들은 주로 변형들에 응답하고, 또한 자기장들에 응답하는 것으로 이해될 수 있다. 이를 위해, 컨덕터들(314, 322)은 전류원(324)으로부터 전류 신호(326)를 수신하도록 연결된다. 컨덕터들(314, 322)을 흐르는 전류 신호(326)는 압저항들(312, 320)에서 자기장을 발생시킨다. 따라서, 제1 및 제2 증폭 신호들(328, 332)은 제1 및 제2 압저항들(312, 320)에 가해지는 변형들을 각각 나타내고, 예를 들어 각각의 변형들에 비례하여 가변되는 전압들을 각각 가짐을 알 수 있다. 또한 제1 및 제2 증폭 신호들(328, 332)은 제1 및 제2 압저항들(312, 320)의 자기장 응답들을 각각 나타내고, 예를 들어 전류 신호(326)에 비례하여 가변되는 전압들을 각각 가짐을 알 수 있다. 상기 제1 및 제2 압저항들(312, 320)의 자기장 민감도의 변화는 상기 자기장 감지 소자(352)의 자기장 민감도의 변화와 관련되는 것을 이해할 수 있을 것이다. 회로(300)는 도 2의 회로(70)보다 자기장 민감도의 변화를 더욱 직접적으로 측정할 수 있다.
- [0080] 피드백 회로(302)는 결합 회로(334)를 더 포함할 수 있다. 결합 회로(334)는 제1 및 제2 증폭 신호들(328, 332)을 수신하도록 연결될 수 있고, 출력 신호(336)를 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 피드백 회로(302)는 출력 신호(336)를 수신하도록 연결된 샘플-앤-홀드 회로(342)를 포함한다. 샘플-앤-홀드 회로(342)는 펄스 생성기(338)로부터 펄스 신호(340)를 수신하도록 연결될 수 있다. 샘플-앤-홀드 회로(342)는 펄스 신호(340)의 상태 또는 천이에 따라 출력 신호(336)를 샘플링하고 따라서 이득-제어 신호(344)를 생성할 수 있다. 펄스 생성기(338)는 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합일 수 있는 인에이블 신호(306)에 응답할 수 있다. 이를 위해, 회로(300)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(306)만이 도시되었다.
- [0081] 상술된 설명으로부터, 샘플-앤-홀드 회로(342)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가

활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 임계 온도 이상으로 증가하거나 최근에 회로(300)에 전력이 인가되는 동안에 출력 신호(336)를 샘플링하여 이득-조절 신호(344)를 생성할 수 있음을 알 수 있다. 이와 반대로, 샘플-앤-홀드 회로(342)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 비활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 상기 임계 온도 이상에서 상기 임계 온도 이하로 감소하거나 회로(300)에 전력이 인가된 이후에 이득-조절 신호(344)를 홀드할 수 있다.

[0082] 펄스 생성기(338)는 인에이블 신호(306)를 수신할 수 있고, 제1 및 제2 전류원들(308, 316) 또한 인에이블 신호(306)를 각각 수신할 수 있으며, 전류원(324) 또한 인에이블 신호(306)를 수신할 수 있다. 제1 및 제2 전류원들(308, 316) 및 전류원(324)은 인에이블 신호(306)가 활성화된 경우에만, 즉 특정한 상태를 가지는 경우에만 제1 및 제2 전류 신호들(310, 318) 및 전류 신호(326)를 생성할 수 있다. 이러한 조절을 통해, 회로(300)는 이득 조절이 필요하지 않은 시간에, 예를 들어 상기 회로(300)의 온도가 상기 임계 온도를 초과하지 않는 시간에 전력을 보존할 수 있다.

[0083] 일 실시예에서, 제1 및 제2 압저항들(312, 320)은 서로 직교하도록 기관 상에 배치될 수 있다. 이러한 배치를 통해, 제1 전압 신호(310a)의 값은 상기 기관의 주 표면과 평행한 제1 방향에 대한 변형과 관련되고, 제2 전압 신호(318a)의 값은 상기 기관의 주 표면과 평행하고 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 변형과 관련된다. 이러한 배치를 통해, 압저항들(312, 320)은 상기 기관의 주 표면과 평행한 임의의 방향에 대한 변형을 감지할 수 있다.

[0084] 일 실시예에서, 결합 회로(334)는 이득-조절 신호(344)가 증폭 신호들(328, 332)의 합에 해당하는 값을 가지도록 출력 신호(336)를 제공한다. 다른 실시예에서, 결합 회로(334)는 이득-조절 신호(344)가 증폭 신호들(328, 332)의 제공된 평균 제공의 합에 해당하는 값을 가지도록 출력 신호(336)를 제공한다. 또 다른 실시예에서, 특히 상기 자기장 감지 소자(352)의 민감도가 자기장 감지 소자(352)가 배치된 상기 기관의 변형에 대한 비선형 함수인 경우에, 결합 회로(334)는 증폭 신호들(328, 332)을 다른 방식으로 결합할 수 있다.

[0085] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(344)는 전류 신호(350)를 조절하고, 따라서 제1 및 제2 압저항들(312, 320)에 의해 감지되는 상기 변형들 및 제1 및 제2 압저항들(312, 320)의 자기장 민감도와 관련하여 상기 홀 효과 소자(352)의 민감도를 조절한다. 이를 통해 변형들 및 온도 편위들이 존재하더라도 이득-조절 신호(344)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(300)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다.

[0086] 피드백 회로(302)가 전류원(348)을 통하여 홀 효과 소자(352)와 관련된 상기 이득을 제어하는 것으로 도시되었지만, 다른 실시예에서 이득-조절 신호(344)는 전치증폭기(358) 대신에 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기에 인가될 수 있다.

[0087] 컨덕터들(314, 322)이 직렬 연결되고 전류원(324)에 의해 구동되는 것으로 도시되었지만, 다른 실시예에서 컨덕터들(314, 322)은 병렬 연결되고 전류원(324)에 의해 구동될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 컨덕터들(314, 322)은 분리된 전류원들에 의해 분리 구동될 수 있다.

[0088] 일 실시예에서, 회로(300)는 전류-운반 컨덕터들(314, 322) 중 하나만을 가진다.

[0089] 도 4a를 참조하면, 자기장을 감지하는 회로(400)는 도 4의 회로(300)와 유사하지만, 압저항들에 의해 다른 방식으로 생성된 신호들에 기초하여 동작한다. 회로(400)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있는 피드백 회로(402)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(402)는 보다 상세하게 후술된다.

[0090] 회로(400)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(468)를 포함한다. 홀 효과 소자(468)는 조절 가능한 전류원(464)으로부터 구동 전류 신호(466)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(474)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(470, 472)를 생성한다. 조절 가능한 전류원(464)은 피드백 회로(402)에 의해 생성되는 이득-조절 신호(462)에 응답하고 차동 홀 전압 신호(470, 472)의 이득을 조절한다. 전치 증폭기(474)는 증폭 신호(476)를 생성한다. 회로(400)는 또한 다른 회로 소자(478)를 포함할 수 있다. 회로 소자(478)는 증폭 신호(476)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(480)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(478)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(478)는 비교기일 수 있다.

[0091] 피드백 회로(402)는 제1 및 제2 압저항들(412, 420)을 포함할 수 있다. 제1 압저항(412)은 제1 전류원(408)으로부터 제1 전류 신호(410)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제1 전류원(408)은 제1 전압 신호(410a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(402)는 또한 제1 증폭기(424)를 포함할 수 있다. 제1 증폭기(424)는 제1 전압 신호(410a)를

수신하도록 연결될 수 있고 제1 증폭 신호(426)를 생성할 수 있다.

- [0092] 이와 유사하게, 제2 압저항(420)은 제2 전류원(416)으로부터 제2 전류 신호(418)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제2 전류원(416)은 제2 전압 신호(418a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(402)는 또한 제2 증폭기(436)를 포함할 수 있다. 제2 증폭기(436)는 제2 전압 신호(418a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제2 증폭 신호(438)를 생성할 수 있다.
- [0093] 도 2의 회로(70)와 다르지만 도 4의 회로(300)와 유사하게, 회로(400)는 직렬 연결된 제1 및 제2 컨덕터들(414, 422)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어 코일의 형태로 도시된 제1 및 제2 컨덕터들(414, 422)은 제1 및 제2 압저항들(412, 420)에 각각 인접한다. 압저항들은 주로 변형들에 응답하고, 또한 자기장들에 응답하는 것으로 이해될 수 있다. 이를 위해, 컨덕터들(414, 422)은 전류원(458)으로부터 전류 신호(459)를 수신하도록 연결된다. 도 4의 전류 신호(346)와 다르게, 전류 신호(459)는 펄스 생성기(455)에 응답하는 펄스화된 전류 신호(pulsed current signal)이다. 컨덕터들(414, 422)을 흐르는 전류 신호(459)는 압저항들(412, 420)에서 자기장을 발생시킨다. 따라서, 제1 및 제2 증폭 신호들(426, 438)은 제1 및 제2 압저항들(412, 420)에 가해지는 변형들을 각각 나타내고, 또한 제1 및 제2 압저항들(412, 420)의 자기장 응답들을 각각 나타낸다. 도 4를 참조하여 상술된 것처럼, 제1 및 제2 압저항들(412, 420)의 자기장 민감도의 변화는 자기장 감지 소자(468)의 자기장 민감도의 변화와 관련되는 것을 이해할 수 있을 것이다. 회로(400)는 도 2의 회로(70)보다 자기장 민감도의 변화를 더욱 직접적으로 측정할 수 있다.
- [0094] 피드백 회로(402)는 제1 증폭 신호(426)를 수신하도록 연결된 제1 및 제2 샘플-앤-홀드 회로(428, 430)를 더 포함할 수 있고, 제2 증폭 신호(438)를 수신하도록 연결된 제3 및 제4 샘플-앤-홀드 회로(432, 434)를 더 포함할 수 있다. 제1 샘플-앤-홀드 회로(428)는 제1 샘플링 신호(440)를 생성하고, 제2 샘플-앤-홀드 회로(430)는 제2 샘플링 신호(442)를 생성하고, 제3 샘플-앤-홀드 회로(432)는 제3 샘플링 신호(446)를 생성하며, 제4 샘플-앤-홀드 회로(434)는 제4 샘플링 신호(448)를 생성한다. 결합 회로(460)는 상기 제1 내지 제4 샘플링 신호들을 각각 수신한다.
- [0095] 제1 및 제3 샘플-앤-홀드 회로들(428, 432)은 전류 신호(459)가 펄스 전류와 동일한 값을 가지는 경우에 샘플링을 수행한다. 따라서, 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)은 제1 및 제2 압저항들(412, 420)에 가해지는 변형들을 각각 나타내고, 또한 펄스화된 전류 신호(459)에 의해 생성된 상기 자기장(및 회로 상에 존재하는 임의의 다른 자기장)에 대한 제1 및 제2 압저항들(412, 420)의 자기 응답을 각각 나타낸다.
- [0096] 제2 및 제4 샘플-앤-홀드 회로들(430, 434)은 전류 신호(459)가 실질적으로 0의 값을 가지는 경우에 샘플링을 수행한다. 따라서, 일반적으로 제2 및 제4 샘플링 신호들(442, 448)은 제1 및 제2 압저항들(412, 420)에 가해지는 변형들만을 각각 나타낸다. 하지만, 제2 및 제4 샘플링 신호들(442, 448)은 또한 회로 상에 존재하는 임의의 다른 자기장을 나타낼 수도 있다. 제2 및 제4 샘플링 신호들(442, 448)은, 펄스화된 전류 신호(459)에 의해 생성된 상기 자기장(및 회로 상에 존재하는 임의의 다른 자기장)에 대한 제1 및 제2 압저항들(412, 420)의 상기 자기장 응답만을 나타내는 신호를 획득하기 위하여 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)로부터 감산될 수 있는, 기준치(baseline)를 나타낸다.
- [0097] 결합 회로(460)는 이득-조절 신호(462)를 생성한다. 펄스 생성기(455)는 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합일 수 있는 인에이블 신호(406)에 응답할 수 있다. 이를 위해, 회로(400)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(406)만이 도시되었다.
- [0098] 상술된 설명으로부터, 펄스 생성기(455)에 의해 수신된 인에이블 신호(406)를 통하여, 샘플-앤-홀드 회로들(428, 430, 432, 434)은 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 임계 온도 이상으로 증가하거나 최근에 회로(400)에 전력이 인가되는 동안에 샘플링을 수행하여 이득-조절 신호(462)를 생성할 수 있음을 알 수 있다. 이와 반대로, 샘플-앤-홀드 회로들(428, 430, 432, 434)은 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 비활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 상기 임계 온도 이상에서 상기 임계 온도 이하로 감소하거나 회로(400)에 전력이 인가된 이후에 이득-조절 신호(462)를 홀드할 수 있다.
- [0099] 제1 및 제2 전류원들(408, 416) 또한 인에이블 신호(406)를 각각 수신할 수 있다. 제1 및 제2 전류원들(408, 416)은 인에이블 신호(406)가 활성화된 경우에만, 즉 특정한 상태를 가지는 경우에만 제1 및 제2 전류 신호들

(410, 418)을 생성할 수 있으며, 또한 전류 신호(459)가 생성될 수 있다. 이러한 조절을 통해, 회로(400)는 이득 조절이 필요하지 않은 시간에, 예를 들어 상기 회로(400)의 온도가 상기 임계 온도를 초과하지 않는 시간에 전력을 보존할 수 있다.

- [0100] 일 실시예에서, 제1 및 제2 압저항들(412, 420)은 서로 직교하도록 기관 상에 배치될 수 있다. 이러한 배치를 통해, 제1 전압 신호(410a)의 값은 상기 기관의 주 표면과 평행한 제1 방향에 대한 변형과 관련되고, 제2 전압 신호(418a)의 값은 상기 기관의 주 표면과 평행하고 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 변형과 관련된다. 이러한 배치를 통해, 압저항들(412, 420)은 상기 기관의 주 표면과 평행한 임의의 방향에 대한 변형을 감지할 수 있다.
- [0101] 일 실시예에서, 결합 회로(460)는 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)의 합과 관련된 이득-조절 신호(462)를 제공한다. 일 실시예에서, 결합 회로(460)는 상기 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)의 합에서 제2 및 제4 샘플링 신호들(442, 448)의 합을 감산한다.
- [0102] 다른 실시예에서, 결합 회로(460)는 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)의 제공된 평균 제공의 합과 관련된 이득-조절 신호(462)를 제공한다. 다른 실시예에서, 결합 회로(460)는 상기 제1 및 제3 샘플링 신호들(440, 446)의 제공된 평균 제공의 합에서 제2 및 제4 샘플링 신호들(442, 448)의 제공된 평균 제공의 합을 감산한다.
- [0103] 또 다른 실시예에서, 특히 상기 자기장 감지 소자(468)의 민감도가 자기장 감지 소자(468)가 배치된 상기 기관의 변형에 대한 비선형 함수인 경우에, 결합 회로(460)는 제1 내지 제4 샘플링 신호들(440, 442, 446, 448)을 다른 방식으로 결합할 수 있다.
- [0104] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(462)는 전류 신호(466)를 조절하고, 따라서 제1 및 제2 압저항들(412, 420)에 의해 감지되는 상기 변형들 및 제1 및 제2 압저항들(412, 420)의 자기장 민감도와 관련하여 상기 홀 효과 소자(468)의 민감도를 조절한다. 이를 통해 변형들 및 온도 편위들이 존재하더라도 이득-조절 신호(462)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(400)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다.
- [0105] 피드백 회로(402)가 전류원(464)을 통하여 홀 효과 소자(468)와 관련된 상기 이득을 제어하는 것으로 도시되었지만, 다른 실시예에서 이득-조절 신호(462)는 전치증폭기(474) 대신에 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기에 인가될 수 있다.
- [0106] 일 실시예에서, 회로(400)는 전류-운반 컨덕터들(414, 422) 중 하나만을 가진다.
- [0107] 도 4b를 참조하면, 자기장을 감지하는 회로(500)는 도 2의 회로(70)와 도 3의 회로(150)가 결합된 측면을 가진다. 즉, 회로(500)는 도 2에 도시된 두 개의 압저항들을 포함하고, 또한 도 3에 도시된 컨덕터를 포함한다. 상기 도 2에 도시된 두 개의 압저항들은 홀 효과 소자의 민감도와 간접적으로 관련된 기관의 변형을 감지하며, 상기 도 3에 도시된 컨덕터는 상기 홀 효과 소자와 인접하여 상기 홀 효과 소자의 민감도의 변화를 직접적으로 감지한다.
- [0108] 회로(500)는 도 1의 회로(10)와 동일하거나 유사할 수 있으며, 도 1의 피드백 회로(12)와 동일하거나 유사할 수 있는 피드백 회로(502)를 포함할 수 있다. 피드백 회로(502)는 보다 상세하게 후술된다.
- [0109] 회로(500)는 예를 들어 홀 효과 소자인 자기장 감지 소자(524)를 포함한다. 홀 효과 소자(524)는 전류원(564)으로부터 구동 전류 신호(566)를 수신하도록 연결되고, 전치증폭기(572)에 인가되는 차동 홀 전압 신호(568, 570)를 생성한다. 전치증폭기(572)는 차동 입력 신호(568, 570)를 증폭하고 증폭 신호(564)를 생성한다. 회로(500)는 또한 저역 통과 필터(574)를 포함할 수 있다. 저역 통과 필터(574)는 증폭 신호(564)를 수신하도록 연결되고 필터링 신호(576)를 생성한다. 회로(500)는 또한 다른 회로 소자(578)를 포함할 수 있다. 회로 소자(578)는 필터링 신호(576)를 수신하도록 연결되고 출력 신호(580)를 생성한다. 일 실시예에서 회로 소자(578)는 (선형) 증폭기일 수 있고, 다른 실시예에서 회로 소자(578)는 비교기일 수 있다.
- [0110] 피드백 회로(502)는 제1 및 제2 압저항들(512, 520)을 포함할 수 있다. 보다 상세히 후술되겠지만, 피드백 회로(502), 특히 제1 및 제2 압저항들(512, 520)은 홀 효과 소자(425)의 변형을 측정할 수 있고, 피드백 회로(502)는 상기 변형과 관련된 피드백 신호(554)를 생성할 수 있다.
- [0111] 제1 압저항(512)은 제1 전류원(508)으로부터 제1 전류 신호(510)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제1 전류원(508)은 제1 전압 신호(510a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(502)는 또한 제1 증폭기(514)를 포함할 수 있다. 제1 증폭기(514)는 제1 전압 신호(510a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제1 증폭 신호(526)를 생성할 수

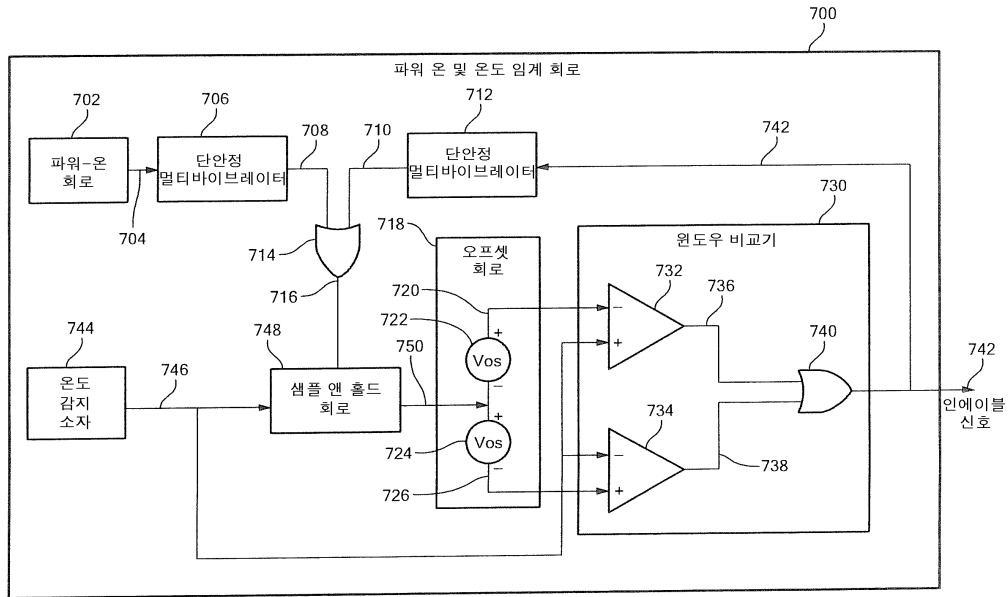
있다.

- [0112] 이와 유사하게, 제2 압저항(520)은 제2 전류원(516)으로부터 제2 전류 신호(518)를 수신하도록 연결될 수 있다. 제2 전류원(516)은 제2 전압 신호(518a)를 유기시킬 수 있다. 피드백 회로(502)는 또한 제2 증폭기(528)를 포함할 수 있다. 제2 증폭기(528)는 제2 전압 신호(518a)를 수신하도록 연결될 수 있고 제2 증폭 신호(530)를 생성할 수 있다.
- [0113] 피드백 회로(502)는 또한 컨덕터(522)를 포함할 수 있다. 예를 들어 컨덕터(522)는 홀 효과 소자(524) 주변에 루프 형태로 구현되도록 도시될 수 있다. 컨덕터(522)는 전류원(560)으로부터 전류 신호(562)를 수신하도록 연결될 수 있다. 전류원(560)은 펄스 생성기(558)에 의해 생성된 펄스 신호(556)를 수신하도록 연결될 수 있다. 펄스 신호(556)는 펄스 전류 신호(556)를 발생시킬 수 있다. 일 실시예에서, 펄스 전류 신호(556)는 제1 상태 및 제2 상태의 두 가지의 상태를 가질 수 있다. 상기 제1 상태는 컨덕터(522)에 실질적으로 0의 전류가 흐르는 동안을 나타내고, 상기 제2 상태는 컨덕터(522)에 미리 정해진 전류가 흐르는 동안을 나타낸다. 일 실시예에서, 상기 제2 상태의 듀티 사이클은 작을 수 있으며, 예를 들어 약 1 퍼센트 내지 약 5 퍼센트의 범위를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 펄스 전류 신호(556)의 주파수는 약 25kHz 내지 약 500kHz의 범위를 가진다.
- [0114] 피드백 회로(502)는 또한 제1 및 제2 샘플-앤-홀드 회로들(548, 540)을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 샘플-앤-홀드 회로들(548, 540)은 증폭 신호(564)를 각각 수신하도록 연결되고, 제1 및 제2 샘플링 신호들(534, 536)을 각각 생성한다.
- [0115] 제1 샘플-앤-홀드 회로(548)는 펄스 신호(556)를 수신하고, 예를 들어 전류 신호(562)가 전류 펄스를 가지는 시간과 같이 펄스 신호(556)가 특정한 상태인 동안에 샘플링을 수행한다. 제2 샘플-앤-홀드 회로(540)는 인버터(546)에 의해 생성된 반전된 펄스 신호(544)를 수신하고, 예를 들어 전류 신호(562)가 전류 펄스를 가지지 않는 시간과 같이 반전된 펄스 신호(544)가 특정한 상태인 동안에 샘플링을 수행한다. 제1 샘플링 신호(534)는 회로(500)가 측정하고자 하는 상기 자기장과 상술된 전류 펄스들을 가지는 전류 신호(562)에 의해 발생된 상기 자기장이 결합된 자기장을 나타내는 반면에, 제2 샘플링 신호(536)는 회로(500)가 측정하고자 하는 상기 자기장을 나타낸다.
- [0116] 피드백 회로(502)는 결합 회로(532)를 포함할 수 있다. 결합 회로(532)는 제1 및 제2 증폭 신호들(526, 530)을 수신하도록 연결되고, 또한 제1 및 제2 샘플링 신호들(534, 536)을 수신하도록 연결된다. 결합 회로(532)는 출력 신호(552)를 생성한다. 일 실시예에서, 피드백 회로(502)는 출력 신호(552)를 수신하도록 연결된 샘플-앤-홀드 회로(550)를 더 포함한다. 샘플-앤-홀드 회로(550)는 상기 펄스 신호를 수신하도록 연결될 수 있다. 샘플-앤-홀드 회로(550)는 상기 펄스 신호의 상태 또는 천이에 따라 출력 신호(552)를 샘플링하고 이득-제어 신호(554)를 생성할 수 있다.
- [0117] 펄스 생성기(558)는 온도 인에이블 신호, 파워-온 인에이블 신호 또는 이들의 조합일 수 있는 인에이블 신호(506)에 응답할 수 있다. 이를 위해, 회로(500)는 도 1 내지 도 1b를 참조하여 상술된 것과 같은 온도 임계 회로 및 파워-온 회로 중 하나 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 하지만, 상기 온도 임계 회로 및/또는 상기 파워-온 회로는 명확하게 도시되지 않았으며, 대신에 인에이블 신호(506)만이 도시되었다.
- [0118] 상술된 설명으로부터, 샘플-앤-홀드 회로(550)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 임계 온도 이상으로 증가하거나 최근에 회로(500)에 전력이 인가되는 동안에 출력 신호(552)를 샘플링하여 이득-조절 신호(554)를 생성할 수 있음을 알 수 있다. 이와 반대로, 샘플-앤-홀드 회로(550)는 상기 온도 인에이블 신호 또는 상기 파워-온 인에이블 신호가 비활성화된 시간 동안에, 예를 들어 상기 회로의 온도가 상기 임계 온도 이상에서 상기 임계 온도 이하로 감소하거나 회로(500)에 전력이 인가된 이후에 이득-조절 신호(554)를 홀드할 수 있다.
- [0119] 제1 및 제2 전류원들(508, 516)은 인에이블 신호(506)를 각각 수신할 수 있다. 제1 및 제2 전류원들(508, 516)은 인에이블 신호(506)가 활성화된 경우에만 제1 및 제2 전류 신호들(510, 518)을 생성할 수 있다. 이러한 조절을 통해, 회로(500)는 이득 조절이 필요하지 않은 시간에, 예를 들어 상기 회로(500)의 온도가 상기 임계 온도를 초과하지 않는 시간에 전력을 보존할 수 있다.
- [0120] 일 실시예에서, 제1 및 제2 압저항들(512, 520)은 서로 직교하도록 기판 상에 배치될 수 있다. 이러한 배치를 통해, 제1 전압 신호(510a)의 값은 상기 기판의 주 표면과 평행한 제1 방향에 대한 변형과 관련되고, 제2 전압 신호(518a)의 값은 상기 기판의 주 표면과 평행하고 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에 대한 변형과 관련된다. 이러한 배치를 통해, 압저항들(512, 520)은 상기 기판의 주 표면과 평행한 임의의 방향에 대한 변형을 감지

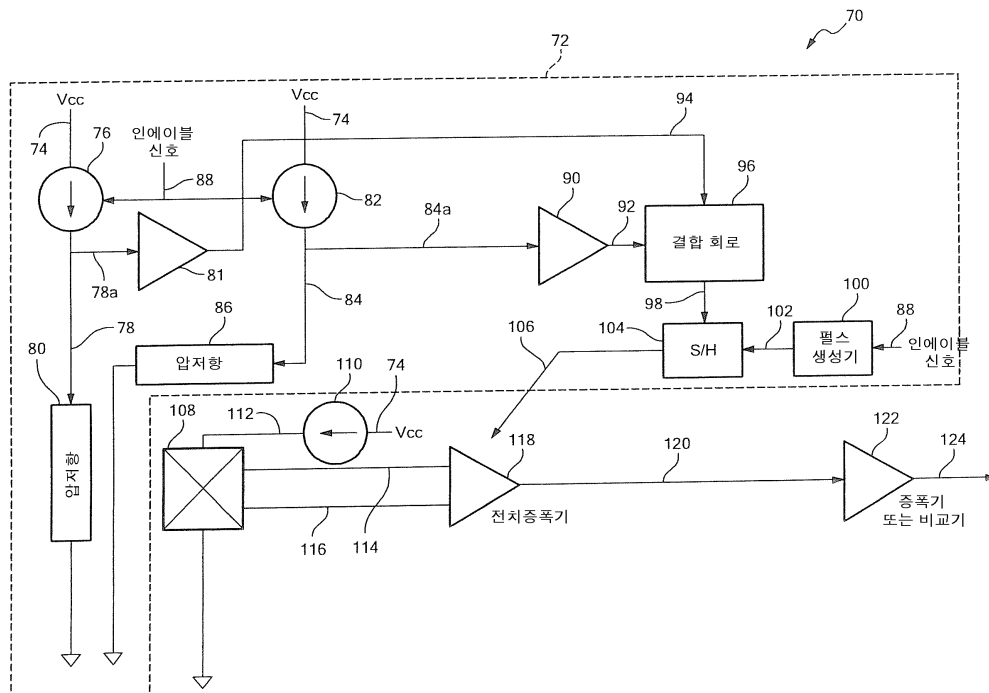
할 수 있다.

- [0121] 일 실시예에서, 결합 회로(532)는 이득-조절 신호(554)가 증폭 신호들(526, 530)의 합과 제1 샘플링 신호(534)와 제2 샘플링 신호(536)의 차이를 합산한 값을 가지도록 출력 신호(552)를 제공한다. 다른 실시예에서, 결합 회로(532)는 이득-조절 신호(554)가 증폭 신호들(526, 530)의 제공된 평균 제공의 합과 제1 샘플링 신호(534)와 제2 샘플링 신호(536)의 제공된 평균 제공의 차이를 합산한 값을 가지도록 출력 신호(552)를 제공한다. 또 다른 실시예에서, 특히 상기 자기장 감지 소자(524)의 민감도가 자기장 감지 소자(524)가 배치된 상기 기관의 변형에 대한 비선형 함수인 경우에, 결합 회로(532)는 증폭 신호들(526, 530) 및 샘플링 신호들(534, 536)을 다른 방식으로 결합할 수 있다.
- [0122] 지역 통과 필터(574)는 상술된 전류 펄스들(562)에 의해 발생된, 증폭 신호(564) 내의 펄스들을 실질적으로 제거하며, 회로(500)가 측정하고자 하는 상기 자기장만을 나타내는 필터링 신호(576)를 남겨 놓는다. 필터링 신호(576)는 제2 샘플링 신호(564)와 유사하며, 다른 실시예에서 신호는 상호 교환적으로 사용될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 필터링 신호(576)는 결합 회로(532)와 점선으로 연결되도록 도시되었다.
- [0123] 동작함에 있어서, 이득-조절 신호(554)는 전류 신호(566)를 조절하고, 따라서 제1 및 제2 압저항들(512, 520)에 의해 감지되는 상기 변형들 및 홀 효과 소자(352)의 자기장 민감도와 관련하여 상기 홀 효과 소자(352)의 민감도를 조절한다. 이를 통해 변형들 및 온도 편위들이 존재하더라도 이득-조절 신호(554)가 제공되지 않는 경우에 비해 상기 회로(500)의 민감도를 더욱 일정하게 유지할 수 있다.
- [0124] 피드백 회로(502)가 전류원(564)을 통하여 홀 효과 소자(524)와 관련된 상기 이득을 제어하는 것으로 도시되었지만, 다른 실시예에서 이득-조절 신호(554)는 전치증폭기(572) 대신에 조절 가능한 이득을 가지는 전치증폭기에 인가될 수 있다.
- [0125] 다른 실시예에서, 회로(500)는 압저항들(512, 520) 중 하나만을 가진다.
- [0126] 도 5를 참조하면, 제1 및 제2 압저항들(604, 606)은 자기장 감지 소자(602)에 인접한다. 이러한 배치는 도 2 및 도 2a 중 적어도 하나와 관련하여 도시되고 설명되었다. 상술된 것처럼, 일 실시예에서, 제1 및 제2 압저항들(604, 606)은 서로 직교하도록 기관(미도시) 상에 배치된다.
- [0127] 도 6을 참조하면, 전류 컨덕터(612)는 자기장 감지 소자(610)에 인접한다. 이러한 배치는 도 3-3b 중 적어도 하나와 관련하여 도시되고 설명되었다. 도 3-3b의 전류 컨덕터들(164, 252)은 각각의 자기장 감지 소자들을 둘러싸는 코일의 형태로 도시되었지만, 상기 컨덕터들은 도 3-3b에 도시된 것처럼 코일의 형태를 가질 수도 있고, 도 6에 도시된 것처럼 상기 자기장 감지 소자에 인접하는 비코일(non-coil)의 형태를 가질 수도 있다.
- [0128] 도 7을 참조하면, 제1 및 제2 압저항들(612, 616)은 자기장 감지 소자(620)에 인접한다. 제1 컨덕터(614)는 제1 압저항(612)에 부분적으로 둘러싸여 있고, 제2 컨덕터(618)는 제1 압저항(616)에 부분적으로 둘러싸여 있다. 이러한 배치는 도 4 및 도 4a 중 적어도 하나와 관련하여 도시되고 설명되었다. 도 4 및 도 4a의 전류 컨덕터들(314, 322, 414, 422)은 각각의 압저항들을 완전히 둘러싸는 코일의 형태로 도시되었지만, 상기 컨덕터들은 도 4 및 도 4a에 도시된 것과 같은 코일의 형태를 가질 수도 있고, 도 7에 도시된 것과 같은 개방형 코일(open coil)의 형태를 가질 수도 있으며, 도 6에 도시된 것과 같은 비코일의 형태를 가질 수도 있다.
- [0129] 도 8을 참조하면, 전류 컨덕터(632)는 자기장 감지 소자(630)에 인접한다. 이러한 배치는 도 3-3b 중 적어도 하나와 관련하여 도시되고 설명되었다. 도 3-3b의 전류 컨덕터들(164, 252)은 각각의 자기장 감지 소자들을 둘러싸는 하나의 루프를 가지는 코일의 형태로 도시되었지만, 상기 컨덕터들은 도 3-3b에 도시된 것처럼 하나의 루프를 가지는 코일의 형태를 가질 수도 있고, 도 8에 도시된 것처럼 복수의 루프를 가지는 코일의 형태를 가질 수도 있으며, 도 6에 도시된 것처럼 자기장 감지 소자(630)에 인접하는 비코일의 형태를 가질 수도 있다.
- [0130] 예를 들어 도 2의 전류원(108) 또는 도 2a의 전류원(136)과 같은 전류원들에 의해 구동되는 홀 효과 소자들이 설명되었지만, 다른 실시예에서, 상기 전류원들은 예를 들어 제어 가능한 전압원들과 같은 전압원들, 또는 저항들이 직렬 연결되어 구현된 전압원들로 대체될 수 있다.
- [0131] 여기에서 언급된 모든 참조들은 이로써 그것들의 전체에 대한 참조로써 여기에 포함된다.
- [0132] 발명의 바람직한 실시예들에 대해 설명하였지만, 그것들의 사상을 포함하는 다른 실시예들이 사용될 수 있음은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 이러한 실시예들은 개시된 실시예들에 한정되지 않으며, 특히 청구 범위의 사상과 범위에 의해서만 한정되어야 할 것이다.

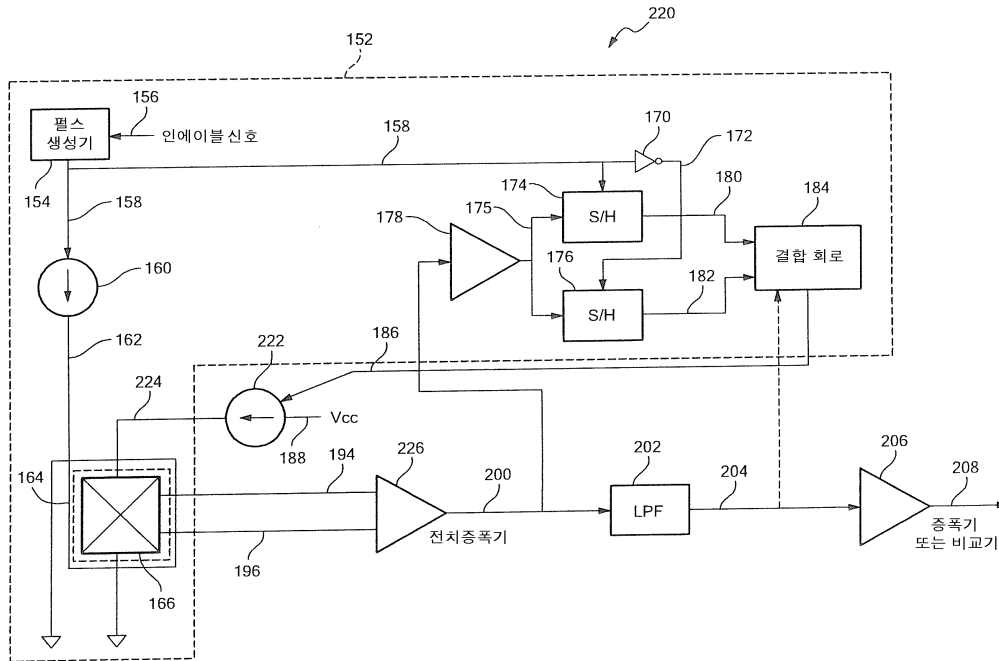
도면1c



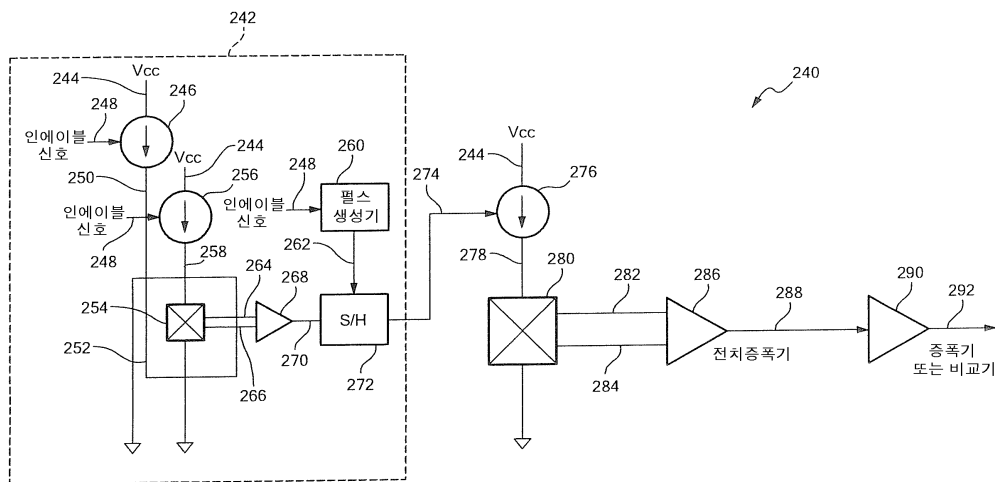
도면2



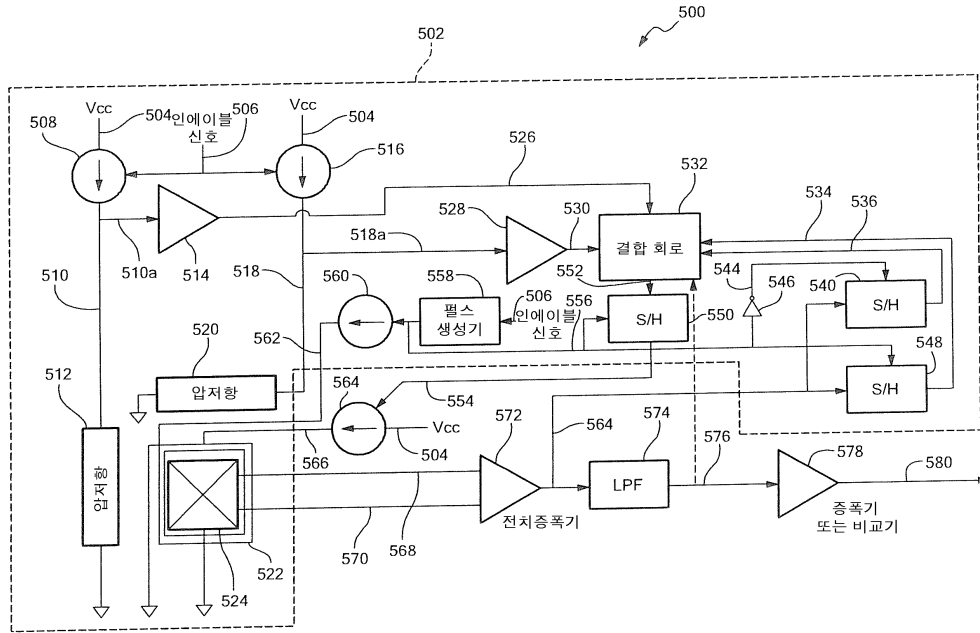
도면3a



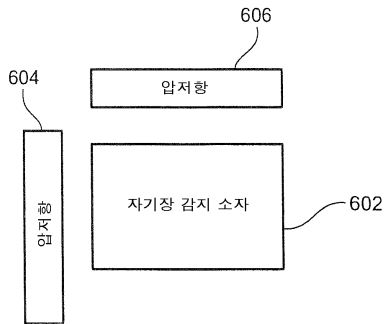
도면3b



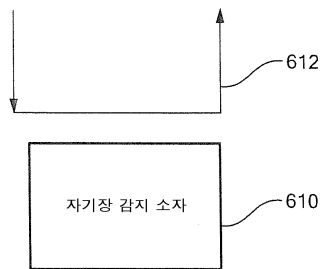
도면4b



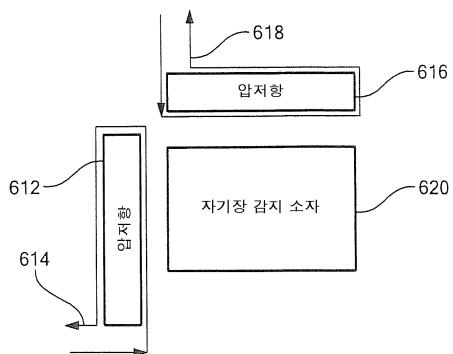
도면5



도면6



도면7



도면8

