



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0064076
(43) 공개일자 2020년06월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/28 (2006.01) G01R 19/12 (2006.01)
G01R 19/252 (2006.01) H02H 1/00 (2006.01)
H02H 3/08 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01R 31/2839 (2013.01)
G01R 19/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7009048
- (22) 출원일자(국제) 2018년09월27일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년03월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2018/076209
- (87) 국제공개번호 WO 2019/063663
국제공개일자 2019년04월04일
- (30) 우선권주장
17020448.1 2017년09월29일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
베링거인겔하임베트메디카게엠베하
독일 잉겔하임 55218
- (72) 발명자
니마이어, 악셀
독일 55216 잉겔하임 암 라인 빙거 슈트라쎄 173
베링거인겔하임 인터내셔널 게엠베하 코포레이트
페이턴츠
- (74) 대리인
장훈

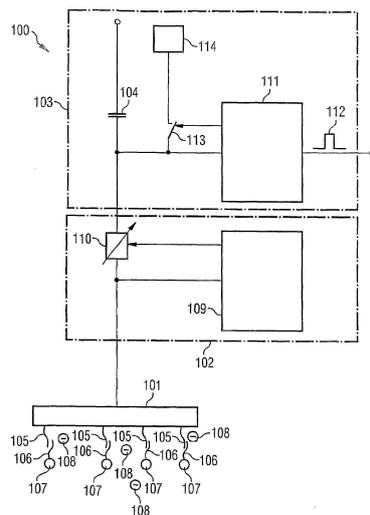
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 회로 배열의 테스트 및 교정

(57) 요약

본 발명은 테스트 및/또는 교정을 위한 방법 및 회로 배열에 관한 것이고, 회로 배열은 센서 전극 및 이에 결합된 제 1 및 제 2 회로 유닛을 포함하고, 제 2 회로 유닛은 커패시터를 포함하고, 센서 전극은 커패시터에 의해 특정된 타겟 전위로 유지되고 센서 전극은 전위의 매칭(matching)이 가능하게 되도록 결합되고, 제 2 회로 유닛은 커패시터의 전위가 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛이 이러한 이벤트를 검출하고 커패시터를 기준 포텐셜에 있게 하도록 구성되고, 테스트 및/또는 교정의 목적을 위해, 기준 전류원은 조정가능한 기준 전류를 센서 전극에 주입하고, 또 다른 회로 유닛에 주입된 기준 전류를 측정하고, 및/또는 기준 전류를 센서 전극의 상이한 부분들로 주입한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 19/252 (2013.01)

G01R 31/2829 (2013.01)

H02H 1/0007 (2013.01)

H02H 3/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

센서 전극(601), 상기 센서 전극(601)에 전기적으로 결합되는 제 1 회로 유닛(602), 및 제 1 커패시터(604)를 포함하는 제 2 회로 유닛(603)을 포함하는 회로 배열(600)을 테스트하고 및/또는 교정하기 위한 방법으로서,

상기 제 1 회로 유닛(602)은 상기 센서 전극(601)의 전위를, 상기 전위의 매칭(matching)이 가능하게 되도록 결합되는 상기 센서 전극(601) 및 상기 제 1 커패시터(604)에 의해 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지하도록 구성되고;

상기 제 2 회로 유닛(603)은 상기 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛이 이러한 이벤트를 검출하고 상기 제 1 커패시터(604)를 제 1 기준 전위에 있게 하도록 구성되고,

상기 센서 전극(601)에서, 연결가능한 기준 전류원(621B)이 제공되고, 상기 연결가능한 기준 전류원은 상기 기준 전류원(621B)이 상기 센서 전극(601)에 연결될 때 알려진 기준 전류(R)를 제공하는, 상기 방법에 있어서,

상기 기준 전류원(621B)은 상기 센서 전극(601)에 어떠한 전류도 주입하지 않을 뿐만 아니라, 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 기준 전류(R) 및 상기 제 1 전류 세기와 상이한 제 2 전류 세기를 가지는 적어도 하나의 제 2 기준 전류(R)를 주입하도록 조정되고; 및/또는

측정 결과(M)는 상기 센서 전극(601)의 단락 및/또는 상기 센서 전극(601)과 상기 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결 문제를 결정하기 위해 상기 센서 회로(601)에 및/또는 또 다른 회로 배열(600')의 센서 전극(601')에 주입된 상기 기준 전류(R)에 의존하는 방식으로 생성되고 분석되고; 및/또는

상기 기준 전류원(621B)은 기준 전류(R)를 한편으로 상기 센서 전극(601)의 제 1 부분(601D)에 그리고 다른 한편으로 또 다른 제 2 부분(601E)에 주입하고, 바람직하게 상기 제 1 부분(601D)은 인터디지털 구조체(interdigital structure)의 일부를 형성하고 상기 제 2 부분(601E)은 상기 인터디지털 구조체와 상기 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결 라인 또는 배선(601C)의 영역에서 제공되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기준 전류원(621B)은 상기 기준 전류원(621B)이 특정의 미리 정해진 기준 전류들(R)을 상기 센서 전극(601)에 주입하도록, 미리 정해진 단계들에서 조정되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 회로 배열(600)은 상기 센서 전극(601)에 주입된 상기 기준 전류(R) 및/또는 상기 기준 전류(R)에 의해 야기된 상기 검출된 이벤트들에 의존하여 측정 결과(M), 특히 주파수를 생성하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

선형성 테스트의 목적을 위해, 알려진 각각의 경우에서, 기준 전류들(R)은 상기 기준 전류원(621B)에 의해 상기 센서 전극(601)에 주입되고, 상기 전체적인 주입 기준 전류(R)의 측정 결과들(M)의 비례 의존성으로부터의 선형성 및 편차는 상기 측정 결과들(M)에 기초하여 결정가능하거나 결정되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 기준 전류원(621B)이 스위칭 오프될 때 결정된 상기 측정 결과(M)는, 특히 상기 센서 전극(601)에 인접한

전극에 대한 단락을 식별하기 위해 사용되고; 및/또는 상기 기준 전류원(621B)이 스위칭 온될 때 결정된 상기 측정 결과(M)가 인터디지털 구조체의 접촉 및/또는 형성을 확인하기 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 6

제 3 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

알려진 각각의 경우에서, 복수의 상이한 기준 전류들(R)은 상기 기준 전류원(621B)에 의해 상기 센서 전극(601)에 주입되고, 상기 기준 전류들(R)에 대응하는 측정 결과들(M)은 상기 회로 배열(600)에 의해 결정되고, 타겟 값들과의 상기 측정 결과들(M)의 비교가 실행되고, 상기 측정 결과들(M)을 정정하기 위해 상기 회로 배열(600)의 교정은 상기 비교에 기초하여, 바람직하게 동작의 측면에서, 상기 전류원들이 측정 프로세스 동안 비활성화될 때 실행되는, 방법.

청구항 7

제 3 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 부분(601D)에 주입된 기준 전류(R)의 경우 상기 측정 결과(M)는 인터디지털 구조체의 접촉을 검증하기 위해 상기 제 2 부분(601E)에 주입된 기준 전류(R)의 경우 상기 측정 결과(M)와 비교되고, 특히 상이한 부분들(601D, 601E)에서 동일한 주입된 기준 전류들(R)의 경우, 임계치보다 큰 상기 측정 결과들(M)에서의 편차는 상기 회로 배열(600)이 평가 동안 비활성화되거나 무시될 수 있도록, 결합 접촉에 대한 표시자로서 분류되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 8

제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 회로 배열들(600)이 제공되고, 상기 복수의 회로 배열들(600)의 센서 전극들(601, 601')은 공통 인터디지털 구조체를 형성하고, 기준 전류(R)가 상기 기준 전류원(621B)에 의해 상기 회로 배열들(600) 중 하나의 센서 전극(601)에 주입되고 상기 회로 배열들(600) 중 다른 것의 측정 결과(M)는 상기 센서 전극들(601, 601') 사이의 절연 또는 단락에 대해 상기 회로 배열들(600)을 확인하기 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 9

센서 전극(601), 상기 센서 전극(601)에 전기적으로 결합되는 제 1 회로 유닛(602), 및 제 1 커패시터(604)를 포함하는 제 2 회로 유닛(603)을 가지는 회로 배열(600)로서,

상기 제 1 회로 유닛(602)은 상기 센서 전극(601)의 전위를, 전위의 매칭이 가능하게 되도록 결합되는 상기 센서 전극(601) 및 상기 제 1 커패시터(604)에 의해 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지하도록 구성되고;

상기 제 2 회로 유닛(603)은 상기 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛은 이러한 이벤트를 검출하고 상기 제 1 커패시터(604)를 제 1 기준 전위에 있게 하도록 구성되고,

상기 센서 전극(601)에서, 연결가능한 기준 전류원(621B)이 제공되고, 상기 연결가능한 기준 전류원은 상기 기준 전류(R)가 상기 센서 전극(601)에 및/또는 상기 회로 유닛(602)에 주입되도록, 상기 기준 전류원(621B)이 상기 센서 전극(601)에 연결될 때 알려진 기준 전류(R)를 제공하는, 상기 회로 배열에 있어서,

상기 회로 배열(600)이 설계되고 상기 기준 전류원(621B)은 상기 기준 전류원(621B)이 상기 센서 전극(601)에 어떠한 기준 전류(R)도 주입하지 않을 뿐만 아니라, 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 기준 전류(R) 및 상기 제 1 전류 세기와 상이한 제 2 전류 세기를 가지는 적어도 하나의 제 2 기준 전류(R)를 주입하도록 조정가능하고; 및/또는

상기 회로 배열(600)은 상기 기준 전류원(621B)이 비활성화될 때 그리고 상기 소스가 연결될 때 상기 센서 전극(601)의 단락 및/또는 상기 센서 전극(601)과 상기 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결 문제가 상기 측정 결과들(M)에 의해 결정될 수 있도록, 상기 센서 전극(601)으로부터 상기 제 1 회로 유닛(602)으로 송신된 전기 에너지를 측정 결과들(M)로서 결정하도록 설계되고; 및/또는

상기 기준 전류원(621B)은 상기 기준 전류(R)가 상기 제 1 부분(601D)에 또는 제 2 부분(601E)에 주입되도록, 상기 센서 전극(601)의 제 1 부분(601D)에 및 또 다른 제 2 부분(601E)에 선택적으로 연결가능하고, 상기 제 1

부분(601D)은 인터디지털 구조체의 일부를 형성하고 상기 제 2 부분(601E)은 상기 인터디지털 구조체와 상기 제 1 회로 유닛(603) 사이의 연결 라인 또는 배선(601C)의 영역에서 제공되는 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 기준 전류원(621B)은 미리 정해지거나 특정된 단계들에서 조정가능한 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 기준 전류원(621B)은 서로 개별적으로 활성화되고 비활성화될 수 있고 각각, 비활성화된 상태에서 어떠한 기준 전류(R)도 주입하지 않고 활성화된 상태에서 미리 정해지거나 특정된 기준 전류(R)를 주입하는 적어도 2개의 전류원들(623, 624)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 전류원들(623, 624)은 상기 전류원들(623, 624)의 기준 전류들(R)이 상기 기준 전류(R)를 형성하도록 부가된 방식으로 상기 센서 전극(601)에 주입되거나 주입가능하도록 상호연결되는 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 전류원들(623, 624)은, 특히 전류 미터 및/또는 밴드 갭 기준 회로에 의해 공급 전압과 적어도 실질적으로 독립적인 기준 전류(R)를 생성하기 위한 안정화 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 14

제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회로 배열(600)은 상기 센서 전극(601)에 주입된 상기 기준 전류(R)에 기초하여 측정 결과(M), 특히 주파수를 생성하도록 설계되는 것을 특징으로 하는, 회로 배열.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 측정 결과(M)는 상기 제 2 회로 유닛(603)에 전기적으로 결합되고 상기 검출된 결과들의 수 및/또는 시간적 시퀀스를 카운팅하도록 구성되는 카운팅 소자(606)에 의해 결정될 수 있고, 상기 측정 결과(M)는 바람직하게 상기 측정 결과(M)에 의해 결정된 주파수 또는 카운트 값을 갖거나 상기 주파수 또는 상기 카운트 값에 의해 형성되는, 회로 배열.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 회로 배열의 테스트 및/또는 교정에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 청구항 제 1 항의 서두에 따른 회로 배열을 테스트하고 및/또는 교정하기 위한 방법, 및 청구항 제 9 항의 서두에 따른 회로 배열에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명이 기초하는 유형의 회로 배열은 예로서 EP 1 636 599 B1로부터 알려진다.

[0003] 논의되는 유형의 회로 배열은 특히, 바이오센서의 잠재적인 안정화를 위해 그리고 측정 전류의 디지털화를 위해 설계된다.

- [0004] 본 발명에 의해 해결된 문제점은 회로 배열의 신뢰성을 개선하는 것이다.
- [0005] 상기 언급된 문제점은 청구항 제 1 항에 따른 방법에 의해 또는 청구항 제 9 항에 따른 회로 배열에 의해 해결된다. 유리한 개발(development)들은 종속 청구항들의 주제이다.
- [0006] 논의되는 유형의 회로 배열은 센서 전극을 포함한다. 또한, 회로 배열은 센서 전극에 전기적으로 결합되는 제 1 회로 유닛을 포함한다. 게다가, 회로 배열은 제 1 커패시터를 포함하는 제 2 회로 유닛을 포함한다.
- [0007] 제 1 회로 유닛은 센서 전극의 전위를, 특정할 수 있거나 미리 정해질 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있거나 미리 정해질 수 있는 제 1 기준 범위로 유지하도록 구성된다. 이것은 전위의 매칭(matching)이 가능해지거나 가능하게 되도록 결합되는 센서 전극 및 제 1 커패시터에 의해 성취된다.
- [0008] 또한, 제 2 회로 유닛은 제 1 커패시터의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛이 이러한 이벤트를 검출하고 제 1 커패시터를 제 1 기준 전위에 있게 하도록 구성된다.
- [0009] 연결가능한 기준 전류원은 센서 전극에서 제공된다. 상기 전류원은 기준 전류가 센서 전극에 또는 센서 전극과 제 1 회로 유닛 사이의 배선 또는 전기 연결 라인에 주입되도록, 기준 전류원이 센서 전극에 연결될 때 기준 전류를 보장하기 위해 의도되는 알려진 기준 전류를 제공한다.
- [0010] 즉, 기준 전류원은 따라서, 회로 배열이 정확하게 기능하고 있을 때, 기준 전류원이 제 1 회로 유닛으로의 또는 그 밖으로, 및 특히 바람직하게 센서 전극 및/또는 상기 전극을 제 1 회로 유닛에 연결하는 연결 라인 또는 배선을 통해 전류 흐름을 야기하도록 센서 전극에 또는 상기 전극을 제 1 회로 유닛에 연결하는 연결 라인 또는 배선에 전기적으로 결합되거나 결합될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은 회로 배열의 테스트 및/또는 교정을 제공하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 청구항 제 1 항의 서두에 따른 회로 배열을 테스트하고 및/또는 교정하기 위한 방법, 및 청구항 제 9 항의 서두에 따른 회로 배열을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 회로 배열의 테스트 및/또는 교정 모드에서, 기준 전류원은 센서 전극 및/또는 연결 라인 또는 배선에 어떠한 전류도 주입하지 않을 뿐만 아니라, 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 기준 전류 및 제 1 전류 세기와 상이한 제 2 전류 세기를 가지는 적어도 하나의 제 2 기준 전류를 주입하도록 조정된다.
- [0013] 즉, 기준 전류원은 상이한 전류 세기들 사이에서 설정되거나 조정될 수 있다. 바람직하게, 상기 상이한 전류 세기들은 회로 배열을 테스트하고 및/또는 교정하기 위해, 바람직하게 연속적으로 설정되거나 조정된다.
- [0014] 특히, 놀랍게도, 상이한 전류들, 즉 상이한 전류 세기들을 가지는 전류들이 주입되는 조정가능한 기준 전류원이 회로 배열의 기능에 관해 더 정확한 언급을 하는 것을 가능하게 함이 발견되었다. 따라서, 회로 배열에 의해 생성된 측정 결과들을 각각의 전류 세기들에 할당하고, 이 방식으로 회로 배열에 의해 생성된 결과들과 각각의 전류 세기 사이들 사이의 관계를 생성하고 및/또는 분석하는 것이 가능하다.
- [0015] 원칙적으로, 측정 동안 전기화학 프로세스들에 의해 생성될 수 있고 제 1 회로 유닛으로 유입할 수 있는 센서 전류와 회로 배열에 의해 생성된 결과 사이에 적어도 실질적으로 선형 관계가 존재하는 것이 바람직하다. 임의의 경우에서, 측정 결과로부터 센서 전류를 신뢰가능하게 결론지을 수 있도록 센서 전류와 측정 결과 사이의 관계를 아는 것이 바람직하다. 기준 전류원의 조정성은 관련 회로 배열들에 대해, 회로 배열에 의해 생성된 측정 결과들과 센서 전류 사이의 관계를 결정하는 것을 가능하게 한다. 이 목적을 위해, 정확하게 기능하는 경우, 알려진 기준 전류는 센서 전류로서 또는 센서 전류를 형성하는 방식으로 제 1 회로 유닛으로 흐른다. 테스트 및/또는 교정을 위해, 센서 전류는 따라서 바람직하게 기준 전류에 의해 형성되거나 대체된다.
- [0016] 실제로, 회로 배열들은 직렬로 생성되고 구성요소 속성들의 변형에 영향을 받는다. 따라서, 기준 전류원 및/또는 그것의 제안된 조정에 의해, 관련 회로 배열에 대한 선형성, 즉 측정 결과들과 센서 전류들 사이의 선형 관계 또는 그로부터의 편차를 결정하는 것이 가능하다. 대안적으로 또는 게다가, 회로 배열에 의해 생성된 측정 결과들은 결정된 관계들에 기초하여 확인되고 및/또는 정정될 수 있다. 제안된 방식으로 조정되거나 조정가능한

기준 전류원을 사용하는 것은 따라서, 회로 배열의 기능 테스트 및 교정 둘 모두를 허용하고, 이것은 회로 배열의 기능 및 측정 결과들의 신뢰성을 개선한다.

- [0017] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 또 다른 양태는 센서 전극에 주입된 전류에 의존하여 측정 결과가 생성되는 방법에 관한 것이고, 상기 측정 결과는 한편으로 테스트된 회로 배열의 센서 전극과 다른 한편으로 또 다른 센서 전극 또는 기준 전극 사이의 단락에 대해 분석되거나 확인된다. 대안적으로 또는 게다가, 센서 전극과 제 1 회로 유닛 사이의 연결 문제가 측정 결과에 의해 결정되거나 결정될 수 있다.
- [0018] 측정 결과는 특히, 주파수이거나 이에 대응한다. 측정 결과는 이벤트들 또는 그것의 카운팅에 의해 생성될 수 있거나, 또는 이에 대응할 수 있고, 상기 이벤트들 또는 카운팅들은 주입된 전류 때문에 검출되거나 검출가능하다. 측정 결과는 특히 바람직하게 검출된 이벤트들의 주파수이고, 주파수는 기준 전류 또는 센서 전류 또는 그것의 전류 세기에 의존한다.
- [0019] 즉, 본 발명의 이러한 양태에서, 적절한 측정이 결과적으로 실행될 수 있도록, 센서 전극이 의도하지 않게 또 다른 전극에 대해 단락되었는지의 여부, 및/또는 센서 전극이 제 1 회로 유닛에 적절하게 전기적으로 결합되는지의 여부에 대한 확인이 행해진다.
- [0020] 또 다른 전극에 대한 센서 전극의, 예를 들면, 인접한 회로 배열의 단락이 존재하면, 기준 전류원에 의해 주입된 기준 전류의 적어도 일부가 다른 센서 전극으로 또는 그를 통해 예를 들면, 인접 회로 배열로 배출(drain)된다. 이것은 예를 들면, 예상되거나 예측된 것보다 낮은 주파수를 가지는 이러한 종류의 측정 결과가 이러한 종류의 단락이 검출되는 것을 허용하거나 단락이 이러한 종류의 결과에 의해 검출되도록 측정 결과에서 보여질 수 있다. 하나 이상의 타겟 값들이 제공되거나, 미리 정해지거나 특정될 수 있고, 이 값들과 측정 결과들이 비교된다. 편차들의 경우, 결합, 특히 단락 또는 단선이 검출될 수 있다.
- [0021] 바람직하게, 단락 검출의 목적을 위해, 인접한 회로 배열의 대응하는 테스트가 게다가 실행된다. 측정 결과들이 이들 회로들에서 예상된 값과 상이하면, 이것은 상기 회로들로의 전류의 배출로 이어질 수 있으며, 이는 상기 회로들의 측정 결과들에 기초하여 결정되거나 결정가능하다. 대응하는 결과들 또는 측정 값들이 여기에서 성취되면, 결합 처리는, 예를 들면, 영향을 받는 회로 배열들의 비활성화가 트리거링될 수 있다.
- [0022] 회로 배열의 기준 전류원이 활성화될 때, 하나 이상의 인접한 회로 배열들의 측정 결과는 바람직하게 또한 결정된다. 이것은 상기 전류가 적어도 부분적으로 인접한 회로 배열들로 배출되면, 기준 전류원에 의해 주입된 기준 전류가 상기 회로 배열들에 의해 검출되거나 검출될 수 있도록 실행된다.
- [0023] 대응하는 테스트 방법들은, 한편으로, 측정 결과가 예를 들면, 타겟 값 비교에 의해 확인되고, 다른 한편으로, 하나 이상의 인접한 회로 배열들의 측정 결과들이 상기 배열들의 측정 결과들에 대한 기준 전류원에 의해 주입된 전류의 효과들에 대해 확인되도록 또한 서로 조합될 수 있다. 이것은 단락들을 검출할 때 확실성이 2배가 된다.
- [0024] 센서 전극과 제 1 회로 유닛 사이의 연결 문제의 경우, 측정 결과들이 변경되지 않거나, 예상된 범위에서 변경되지 않아서 기준 전류에 영향을 받는 것으로 가정되어야 한다. 기준 전류에 대한 측정 결과들의 의존성이 존재하지 않거나 예상된 것보다 약하면, 타겟 값 비교 등에 의해 접촉 문제점이 검출되거나 검출가능할 수 있다.
- [0025] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 또 다른 양태에서, 센서 전극은 바람직하게, 인터디지탈 구조체(interdigital structure)로 알려진 것을 형성한다. 인터디지탈 구조체는 핑거(finger)들로서 언급된 전기 스트립 도체들의 핑거형 배열이고, 상기 스트립 도체들은 바람직하게, 전기적으로 상호연결되고 및/또는 교번되도록, 그러나 또 다른 전극, 특히 센서 전극의 핑거들로부터 갈바니 전기적으로(galvanically) 분리되도록 배열된다.
- [0026] 이 경우에, 기준 전류원은 바람직하게, 센서 전극의 제 1 및 또 다른 제 2 부분 둘 모두에 기준 전류를 주입하기 위해 사용된다. 이 경우에, 제 1 부분은 바람직하게 인터디지탈 구조체의 일부이고, 제 2 부분은 바람직하게 인터디지탈 구조체와 제 1 회로 유닛 사이의 연결부의 영역에서 제공된다.
- [0027] 이것은 유리하게, 센서 전극과 제 1 회로 유닛 사이의, 그리고 인터디지탈 구조체 영역에서 접촉 문제점과 인터디지탈 구조체의 연결부의 영역에서 접촉 문제점 사이를 구별하기 위한 프로세스에서 전기적 결합을 확인하거나 검증하는 것을 가능하게 한다.
- [0028] 따라서, 기준 전류원에 의해 제공된 기준 전류가 인터디지탈 구조체 또는 제 1 부분에 주입될 때 회로 배열에 의해 제 1 측정 결과를 생성하는 것이 가능하다. 또한, 제 2 측정 결과는 기준 전류원이 기준 전류를 제 2 부분

에 또는 인터디지털 구조체와 제 1 회로 유닛 사이의 연결부에 주입할 때 결정될 수 있다. 상기 측정 결과들은 접촉 문제점을 식별하고, 특히 접촉 문제점이 야기되는 영역의 위치를 찾기 위해 개별적으로 분석되고 및/또는 서로 관련되거나 서로 비교될 수 있다.

- [0029] 서로 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 상기 언급된 양태들은 개별적으로 구현될 수 있지만, 또한 서로 유리하게 조합될 수 있다.
- [0030] 따라서, 예를 들면, 기준 전류원에 의해 제 1 기준 전류를 주입하고 또 다른 시간에/후속하여, 제 2 기준 전류를 주입하며, 각각의 경우에, 특히 타겟 값 비교에 의해 단락 확인을 실행하는 것이 가능하다.
- [0031] 예를 들면, 상이한 제 1 및 제 2 기준 전류들을 주입함으로써 결정되는 유사하거나 비례적으로 변경된 측정 결과들의 경우에, 인접 회로 배열의 센서 전극에 대한 단락의 존재를 결론짓는 것이 가능하다.
- [0032] 인접한 회로 배열들은 2개의 인접한 회로 배열들의 센서 전극들의 단락의 경우, 주입된 전류가 상기 회로 배열들의 제 1 회로 유닛들 사이에서 적어도 실질적으로 균일하게 분할되도록 바람직하게 원칙적으로, 적어도 실질적으로 동일하게 구성되며, 상기 회로 배열들은 제 1 및 제 2 전류 세기 둘 모두에서의 측정 결과들에서 대응하는 효과를 가져야 한다. 그렇지 않으면, 단락이 명확하게 식별되지 않거나 완전하지 않거나 저항이 낮거나 인접한 회로 배열로 형성되지 않으며, 이것은 기준 전류원의 상이한 전류 세기들에 대응하는 측정 결과들 때문에 결정되거나 결정가능하다.
- [0033] 본 발명의 상기 언급된 상호 독립적인 양태들의 다른 조합들은 대응하는 방식으로 유리하게 가능하다.
- [0034] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 또 다른 양태는 테스트 및/또는 교정 모드에서, 기준 전류원이 센서 전극 및/또는 연결 라인 또는 배선에 어떠한 전류도 주입하지 않고, 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 전류, 및 제 1 전류 세기와 상이한 제 2 전류 세기를 가지는 적어도 하나의 제 2 전류를 주입하도록 조정되거나 설정될 수 있도록 설계되는 논의되는 유형의 회로 배열에 관한 것이다.
- [0035] 회로 배열의 측정 모드에서, 기준 전류원은 바람직하게 센서 전극으로부터 비활성화되고 및/또는 분리된다.
- [0036] 대안적으로 또는 게다가, 회로 배열은 또 다른 센서 전극 또는 상대 전극에 대한 센서 전극의 단락, 및/또는 센서 전극과 제 1 회로 유닛 사이의 연결 문제가 측정 결과들에 의해 결정될 수 있도록, 기준 전류원이 비활성화될 때 그리고 상기 소스가 연결될 때, 센서 전극으로부터 제 1 회로 유닛으로 송신된 전기 에너지를 측정 결과들로서 결정하도록 설계된다.
- [0037] 대안적으로 또는 게다가, 센서 전극은 바람직하게 인터디지털 구조체를 형성하고 기준 전류원은 센서 전류가 제 1 또는 제 2 부분에 주입되도록 센서 전극의 제 1 부분에 그리고 또 다른 제 2 부분에 선택적으로 연결가능하다. 바람직하게, 제 1 부분은 인터디지털 구조체의 일부를 형성하고 및/또는 제 2 부분은 인터디지털 구조체와 제 1 회로 유닛 사이의 연결부의 영역에서 제공된다.
- [0038] 본 발명의 의미 내에서 기준 전류는 바람직하게, 알려지고 및/또는 미리 정해진 전류이다. 특히, 상기 전류는 직류 또는 적어도 실질적으로 일정한 전류이다. 이것은 기준 전류가 조정가능하고 조정 시간들에서 변경될 수 있는 가능성을 배제하지 않는다. 그러나, 조정 프로세스들 사이에서 또는 조정되지 않은 시간 기간에, 기준 전류는 적어도 실질적으로 일정하다. 기준 전류는 특히 그것이 센서 전극에 주입될 수 있다는 사실에 의해 특징지워진다. 이 목적을 위해, 기준 전류원은 바람직하게, 센서 전극에 전기적으로 결합되고, 특히 그에 갈바니 전기적으로 부착되거나 연결된다. 이 방식으로, 기준 전류원은 센서 전극의 구조체에 임프레싱(impressing)되는 전류를 생성할 수 있다.
- [0039] 본 발명의 의미 내에서 센서 전류는 바람직하게, 센서 전극으로부터 진행하여 제 1 회로 유닛의 입력부로 흐르는 전류이다. 테스트 및/또는 교정 모드에서, 센서 전류가 적어도 센서 전극이 적절하게 제조되고 완전히 기능적일 때 기준 전류에 대응하는 것이 바람직하다. 센서 전극이 적절하게 제조되지 않거나 적절하게 동작하고 있지 않을 때 일부 편차가 발생할 수 있다. 이것을 검출하는 것이 본 발명의 주제이다.
- [0040] 어떠한 샘플도 센서 전극과 접촉하지 않는 초기 상태에서, 센서 전극은 바람직하게, 제 1 회로 유닛에 독립적으로 연결되고 선택적으로, 기준 전류원에 부가적으로 연결될 수 있는 전기 전도성 구조체이다. 기준 전류원이 센서 전극으로부터 전기적으로 분리되면, 센서 전극은 따라서, 다른 전도성 구조체들에 대해 직접적인 전기 접촉을 가지지 않고, 따라서 직류들 및/또는 DC 전압들을 위한 개방 노드를 형성한다. 이것은 실제로, 미주 전류들 또는 누설 전류들 또는 크리핑(creeping) 전류들의 존재를 배제하지 않는다. 또한, 고-주파수 신호들이 센서 전

극에 결합할 수 있다는 것이 배제되지 않는다.

[0041] 본 발명의 의미 내에서 스트립 도체는 바람직하게, 주위 환경에 대해, 특히 주위 환경에 위치한 샘플에 대해 전기적(갈바닉) 접촉을 확립하기 위해 설계되거나 적합한 갈바니 전기적으로 전도성 또는 금속성인, 바람직하게 가늘고 긴 소자이다. 센서 전극은 따라서, 바람직하게 스트립 도체들에 의해 형성될 수 있는 전도성 표면을 갖는다. 스트립 도체들은 적어도 표면에 금을 포함할 수 있거나 금으로 만들어지거나 금으로 코팅될 수 있다. 이것은 또한, 실시예들을 참조하여 더 상세하게 설명될 바와 같이 캡처 분자들의 고정화와 관련하여 유리하다. 그러나, 다른 해결책들이 여기서 또한 가능하다.

[0042] 본 발명의 의미 내에서 전류원은 바람직하게, 적어도 실질적으로 일정하고 및/또는 특정되거나, 미리 정해지거나, 주어지거나 알려진 전류를 제공하는 전기 회로이다. 이것은 전류원의 부하가 적어도 실질적으로 변하지 않는 전류를 야기하도록 전압을 제어하는 전류원 회로에 의해 성취될 수 있다. 본 발명의 의미 내에서 기준 전류원은 바람직하게, 특히 이러한 종류의 회로에 의해 구현된 실제 전류원이다. 기준 전류원은 유한 내부 저항 및/또는 높은 부하 저항의 경우 회로 배열의 기껏해야 동작 또는 배터리 전압을 생성하는 속성을 가질 수 있다. 전류원들은 전류 미러들, 포화 영역에서 전계 효과 트랜지스터들, 또는 당업자에게 원칙적으로 알려지는 다른 방식들로 생성될 수 있다. 그러나, 여기에서 다른 해결책들이 또한 존재한다.

[0043] 본 발명의 다른 양태들 및 장점들은 도면들을 참조하여 바람직한 실시예들의 청구항들 및 이하의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 회로 배열의 개략도.
- 도 2a는 제 1 동작 상태에서 종래 기술에 따른 센서의 단면도.
- 도 2b는 제 2 동작 상태에서 종래 기술에 따른 센서의 단면도.
- 도 3a는 종래 기술에 따른 인터디지털 전극들의 평면도.
- 도 3b는 도 3a에 도시된 종래 기술에 따른 인터디지털 전극들의 절단선(I-I')을 따른 단면도.
- 도 4a는 산화 환원 순환 원리에 기초하여, 종래 기술에 따른 제 1 동작 상태에서의 바이오센서를 도시한 도면.
- 도 4b는 산화 환원 순환 원리에 기초하여, 종래 기술에 따른 제 2 동작 상태에서의 바이오센서를 도시한 도면.
- 도 4c는 산화 환원 순환 원리에 기초하여, 종래 기술에 따른 제 3 동작 상태에서의 바이오센서를 도시한 도면.
- 도 5는 산화 환원 순환 프로세스의 맥락 내에서 센서 전류의 기능 곡선을 도시한 도면.
- 도 6a는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 회로 배열의 개략도.
- 도 6b는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 회로 배열의 개략도.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 회로 배열의 개략도.
- 도 8은 개략적으로 기준 전류들 및 측정 결과들이 시간에 대해 표시되는 다이어그램 또는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하에서, 본 발명에 따른 회로 배열의 바람직한 제 1 실시예가 도 1을 참조하여 설명된다.
- [0046] 도 1에 도시된 회로 배열(100)은 센서 전극(101), 센서 전극(101)에 전기적으로 결합되는 제 1 회로 유닛(102), 및 제 1 커패시터(104)를 포함하는 제 2 회로 유닛(103)을 포함한다.
- [0047] 바람직하게 전위가변기(potentiostat)인 제 1 회로 유닛(102)은 센서 전극(101)의 전위를, (피드백 제어를 위한 전류 흐름에 의해) 전위의 매칭이 가능하도록 결합되는 센서 전극(101) 및 제 1 커패시터(104)에 의해 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지하도록 바람직하게 구성된다.
- [0048] 또한, 제 2 회로 유닛(110)은 바람직하게, 제 1 커패시터(104)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛이 이 이벤트를 검출하고 제 1 커패시터(104)를 제 1 기준 전위에 있게 하도록 구성된다.
- [0049] 도 1에 또한 도시된 바와 같이, 캡처 분자(105)는 센서 전극(101)의 표면에 고정되고; 이것은 회로 배열의 고정

및/또는 테스트링 전에 또는 그 후에 일어날 수 있다.

- [0050] 도 1의 캡처 분자들(105)은 혼성화되었거나 검출될 분자들(106)과 혼성화되도록 설계되고, 검출될 분자들(106)의 각각은 바람직하게 효소 라벨(107)을 포함한다.
- [0051] 도 2a 및 도 2b는 인용 [1]에서 설명된 바와 같고 본 발명이 바람직하게 기초하는 바이오센서 칩을 도시한다.
- [0052] 바람직하게, 센서(200)는 전기 절연 재료로 만들어진 절연체 층(203)에 내장되는, 특히 금으로 만들어진 2개의 전극들(201, 202)을 포함한다.
- [0053] 전극 연결부들(204, 205)은 바람직하게 전극들(201, 202)에 연결되고, 상기 연결들에 의해 전위는 전극들(201, 202)에 인가될 수 있다.
- [0054] 전극들(201, 202)은 바람직하게 평면 전극들로서 설계된다.
- [0055] 예를 들면, DNA 프로브 분자들(206)(또한 캡처 분자들로서 언급됨)은 각각의 전극(201, 202)에 고정된다(도 2a 참조). 고정화는 바람직하게, 금-황 결합의 원리에 따라 발생한다. 테스트될 분석물, 예를 들면, 용액(207), 특히 전해질(207)은 전극들(201, 202)상에 도포된다.
- [0056] 용액/전해질(207)이 DNA 프로브 분자(206)의 서열에 상보적인, 즉 키-록 원리(key-lock principle)에 따라 캡처 분자들과 입체적으로 매칭하는 염기 서열을 가지는 DNA 가닥들(208)을 포함하면, 상기 DNA 가닥들(208)은 그 다음, DNA 프로브 분자들(206)과 혼성화된다(도 2b 참조).
- [0057] DNA 프로브 분자(206) 및 DNA 가닥(208)의 혼성화는 관련 DNA 프로브 분자(206) 및 대응하는 DNA 가닥(208)의 서열들이 서로 상보적인 경우에만 발생한다. 그렇지 않으면, 혼성화가 발생하지 않는다. 특정된 서열의 DNA 프로브 분자는 따라서, 특정 DNA 가닥, 즉 각각 상보적인 서열을 가지는 DNA 가닥에 단지 결합, 즉 그것과 혼성화할 수 있어서, 센서(200)의 높은 선택성의 정도를 야기한다.
- [0058] 혼성화가 발생하면, 도 2b에서 보여지는 바와 같이 전극들(201, 202) 사이의 임피던스의 값이 변경된다. 이 변경된 임피던스는 바람직하게, 전극 연결부들(204, 205)에 적합한 전압을 인가함으로써 그리고 그로부터 발생하는 전류를 센서 전류(S)로서 검출함으로써 검출된다.
- [0059] 혼성화의 경우, 전극들(201, 202) 사이의 임피던스가 변경된다. 이것은 가능하게 DNA 프로브 분자들(206)과 혼성화하는 DNA 가닥들(208) 및 DNA 프로브 분자들(206) 둘 모두가 용액/전해질(207)보다 전기적으로 덜 전도성이고 따라서 바람직하게, 관련 전극(201, 202)을 부분적으로 전기적으로 차폐하는 사실로 인한 것이다.
- [0060] 측정 정확도를 개선하기 위해, 인용 [2]로부터 복수의 전극 쌍들(201, 202)을 사용하고 상기 전극 쌍들을 서로 평행하도록 배열하는 것이 알려져 있으며, 상기 쌍들은 그의 평면도가 도 3a에 도시되고 도 3a의 절단선(I-I')을 따른 그의 단면도가 도 3b에 도시되는 인터디지털 전극(300)으로서 알려진 것을 야기하도록 서로 연동되거나 들어맞는 방식으로 바람직하게 배열된다.
- [0061] 또한, 고분자 생체분자들을 검출하기 위한 환원-산화 재순환 프로세스의 원리들은 예를 들면, 인용들 [1] 및 [3]으로부터 알려지고, 바람직하게 또한, 본 발명의 기초를 형성하거나 이와 호환가능하거나 조합될 수 있다. 이하에서 산화 환원 순환 프로세스로서 또한 언급된 환원-산화 재순환 프로세스는 도 4a, 도 4b 및 도 4c를 참조하여 이하에서 더 상세히 설명될 것이다.
- [0062] 도 4a는 절연체 층(403)에 적용되거나 상기 절연체 층(403) 내에 내장되는 제 1 전극(401) 및 제 2 전극(402)을 포함하는 바이오센서(400)를 도시한다. 유지 영역(404)은 제 1 전극(401)상에 적용되거나 제공된다. 유지 영역(404)은 DNA 프로브 분자들(405)을 제 1 전극(401)에 고정시키기 위해 사용된다. 이러한 종류의 유지 영역은 바람직하게, 제 2 전극(402)상에 제공되지 않는다.
- [0063] 고정된 DNA 프로브 분자들(405)의 서열에 상보적인 서열을 가지는 DNA 가닥들(407)이 바이오센서(400)에 의해 검출되면, 센서(400)는 테스트될 용액(406)에 가능하게 포함되는 상보적 서열을 가지는 DNA 가닥들(407)이 DNA 프로브 분자들(405)의 서열과 혼성화할 수 있는 방식으로, 테스트될 용액(406), 예를 들면, 전해질과 접촉하게 된다.
- [0064] 도 4b는 검출될 DNA 가닥들(407)이 테스트될 용액(406)에 포함되고 DNA 프로브 분자들(405)과 혼성화되는 경우를 도시한다.
- [0065] 테스트될 용액(406)에서 DNA 가닥들(407)은 바람직하게, 효소(408) 등에 의해 표시되고, 이에 의해 이하에서 설

명된 분자들을 부분 분자들로 절단하는 것이 가능하며, 이들 중 적어도 하나는 산화 환원 활성이다. 일반적으로 테스트될 용액(406)에 포함된 결정될 DNA 가닥들(407)이 존재하는 것보다 상당히 많은 수의 DNA 프로브 분자들(405)이 제공된다.

- [0066] 테스트될 용액(406)에 가능하게 포함된 DNA 가닥들(407)이 고정된 DNA 프로브 분자들(405)로, 효소(408)와 함께 혼성화된 후에, 바이오센서(400)는 바람직하게 플러싱(flushing)되며, 그 결과로서 혼성화되지 않은 DNA 가닥들이 제거되고 바이오센서 (칩)(400)는 테스트될 용액(406)으로 세정된다. 혼성화된 DNA 가닥들(407)의 효소(408)에 의해 제 1 부분 분자(410)로 및 제 2 부분 분자로 절단될 수 있는 분자들(409)을 포함하는 전기적으로 충전되지 않은 물질은 바람직하게, 플러싱하기 위해 사용된 플러싱 용액에, 또는 또 다른 단계 동안 별도로 공급된 용액(412)에 부가된다. 2개의 분자들 중 하나는 바람직하게, 산화 환원 활성이다.
- [0067] 도 4c에 도시된 바와 같이, 예를 들면, 음으로 충전된 제 1 부분 분자들(410)은 바람직하게, 도 4c에서 화살표(411)로 표시된 바와 같이, 양으로 충전된 제 1 전극(401)을 향해 인출된다. 대안적으로 또는 게다가, 음으로 충전된 제 1 부분 분자들(410)이 확산 프로세스들에 의해 제 1 전극(401)에 도달하는 것이 또한 가능하다.
- [0068] 음으로 충전된 제 1 부분 분자들(410)은 양의 전위를 가지는 제 1 전극(401)에서 산화되고, 산화된 부분 분자들(413)로서 음으로 충전된 제 2 전극(402)으로 인출되고, 여기서 그들은 다시 환원된다. 환원된 부분 분자들(414)은 결과적으로, 양으로 충전된 제 1 전극(401)으로 이동한다. 이 방식으로, 효소들(406)에 의해 각각 생성된 전자 캐리어들의 수에 비례하는 전기 순환 전류가 생성된다.
- [0069] 이 방법에서 평가되는 전기 파라미터는 도 5에서의 다이어그램 또는 그래프(500)에 개략적으로 도시된 바와 같이, 시간(t)의 함수로서의 전류의 변화($m=dI/dt$)이다.
- [0070] 도 5는 시간(502)에 의존하는 전류(501)의 기능을 도시한다. 결과적인 곡선 프로파일(503)은 시간적 진행과 무관한 오프셋 전류(I_{offset})(504)를 갖는다. 오프셋 전류(I_{offset})(504)는 바이오센서(400)의 비이상성들 또는 결합들 때문에 생성된다. 오프셋 전류(I_{offset})의 중요한 원인은 DNA 프로브 분자들(405)로 제 1 전극(401)을 커버하는 것이 이상적이지 않고, 즉 완전히 조밀하지 않다는 사실이다. DNA 프로브 분자들(405)로 제 1 전극(401)을 완전히 조밀하게 커버하는 경우, 테스트될 제 1 전극(401)과 전기 전도성 용액(406) 사이의 실질적으로 정전용량성 전기 결합은 소위 이중층 정전용량으로 인해 발생할 것이고, 이는 고정된 DNA 프로브 분자들(405)로부터 발생한다. 불완전한 커버링은 그러나, 제 1 전극(401)과 테스트될 용액(406) 사이의 기생 전류 경로들을 야기하고, 이 전류 경로들은 그 중에서도, 저항 부분들을 포함한다.
- [0071] 산화-환원 프로세스를 허용하기 위해, 그러나 DNA 프로브 분자들(405)에 의한 제 1 전극(401)의 커버링은 전기적으로 충전된 부분 분자들, 즉 음으로 충전된 제 1 부분 분자들(410)이 전기력 및/또는 확산 프로세스들의 결과로서 제 1 전극(401)에 도달할 수 있기 위해 전혀 완전하지 않아야 한다. 한편, 이러한 종류의 바이오센서의 감도를 가능한 한 크게 성취하고 가능한 한 적은 기생 효과들을 동시에 성취하기 위해, DNA 프로브 분자들(405)에 의한 제 1 전극(401)의 커버링은 충분히 조밀해야 한다. 이러한 종류의 바이오센서(400)에 의해 결정된 측정된 값들의 높은 정도의 재현성을 성취하기 위해, 2개의 전극들(401, 402)은 항상, 산화 환원 순환 프로세스의 맥락 내에서 산화-환원 프로세스를 위해 충분히 큰 표면을 제공해야 한다.
- [0072] 고분자 생체분자들은 예를 들면, 단백질들 또는 펩티드들 또는 또한 각각 특정된 서열들의 DNA 가닥들로서 이해되어야 한다. 단백질들 또는 펩티드들이 고분자 생체분자들로서 검출되면, 제 1 분자들 및 제 2 분자들은 바람직하게, 리간드(ligand)들, 예를 들면, 가능한 결합 액티비티(activity)를 가지는 활성 물질들이고, 이는 대응하는 리간드들이 배열되는 관련 전극에 검출될 단백질들 또는 펩티드들을 결합한다.
- [0073] 효소 작용제들, 약제들, 당 또는 향체들, 또는 단백질들 또는 펩티드들에 구체적으로 결합할 수 있는 임의의 다른 분자가 리간드들로서 사용될 수 있다.
- [0074] 바이오센서에 의해 검출되도록 의도되는 특정된 서열의 DNA 가닥들이 고분자 생체분자들로서 사용되면, 특정된 서열의 DNA 가닥들이 바이오센서에 의해 분자들로서 제 1 전극상에, DNA 가닥들의 서열에 상보적인 서열을 가지는 DNA 프로브 분자들과 혼성화되는 것이 가능하다.
- [0075] 프로브 분자(캡처 분자로서 또한 언급됨)는 리간드 또는 DNA 프로브 분자로서 이해되어야 한다.
- [0076] 도 5에서 직선(503)의 기울기에 대응하는 상기 도입된 값($m=dI/dt$)은, 측정 전류를 검출하기 위해 사용된 전극들의 길이 및 폭에 의존한다. 값(m)은 따라서 예를 들면, 제 1 전극(201) 및 제 2 전극(202)의 경우 사용된 전극들의 종방향 연장에 대략 비례하고, 도 2a 및 도 2b에서 드로잉 평면에 수직인 그것의 길이들에 비례한다. 복

수의 전극들이 예를 들면, 알려진 인터디지털 전극 배열(도 3a, 도 3b 참조)에서 병렬로 연결되면, 측정 전류의 변화는 병렬로 연결된 각각의 전극들의 수에 비례한다.

- [0077] 그러나, 측정 전류의 변경 값은 다양한 영향들 때문에 매우 큰 변동 값 범위를 가질 수 있으며, 센서에 의해 검출가능한 전류 범위는 동적 범위로서 언급된다. 5개의 디케드(decad)들의 현재 범위는 종종 바람직한 동적 범위로서 인용된다. 상당한 변동들은 또한 센서 기하학적 구조체에 더하여 생화학적 제약들에 의해 야기될 수 있다. 따라서, 검출될 상이한 유형들의 고분자 생체분자들이 결과적인 측정 신호, 즉 측정 전류 및 그것의 시간적 변화에 대해 매우 상이한 값 범위들을 초래할 수 있으며, 이는 결과적으로 다운스트림 균일 측정 전자 장치와 함께 특정된 전극 구성에 대한 대응하는 요구들과 함께 요구된 전체의 동적 범위의 확대를 야기한다.
- [0078] 이러한 종류의 회로의 넓은 동적 범위에 대한 요구들은 측정 전자 장치가 요구된 동적 범위에서 충분히 정확하고 신뢰가능하게 동작하기 위해 비싸고 복잡하다는 것을 의미한다.
- [0079] 또한, 오프셋 전류(I_{Offset})는 종종, 전체 측정 지속기간에 걸쳐 측정 전류의 시간적 변화(m)보다 더 훨씬 더 크다. 이러한 종류의 시나리오에서, 매우 작은 시간 의존적 변화는 큰 신호 내에서 높은 정도의 정확도로 측정되어야 한다. 이것은 사용된 측정 기구들에 대한 요구들이 매우 높아져서, 측정 전류의 검출이 힘들고, 복잡하며 비싸게 만든다. 이 사실은 또한 센서 배열들의 시도된 소형화에 저항한다.
- [0080] 요약하면, 동적 범위에 대한, 따라서 센서 이벤트들을 검출하기 위한 회로의 품질에 대한 요구들은 매우 높다.
- [0081] 회로 설계에서, 상기 비이상성들 또는 결함들이 가능한 한 무시할 만큼의 역할을 하는 상기 구성요소들에 대해 회로의 동작 지점이 선택된다는 점에서, 사용된 구성요소들의 비이상성들 또는 결함들(소음, 파라미터 변동들)을 고려하는 것이 알려진다.
- [0082] 그러나, 회로가 넓은 동적 범위에 걸쳐 동작된다면, 그것은 모든 범위들에 걸쳐 최적의 동작 지점을 유지하는 것이 점점 더 어려워지고, 복잡해지며, 따라서 더 비싸게 된다.
- [0083] 예를 들면, 소 신호 전류들이 센서에서 발생하는 것과 같은 것들은 증폭기 회로들에 의해 신호 전류를 예를 들면, 외부 디바이스로 전달하는 것을 허용하거나 내부 정량화를 허용하는 레벨로 상승될 수 있다.
- [0084] 간섭 내성의 이유들을 위해 그리고 사용자 친화성의 목적을 위해, 센서와 평가 시스템 사이의 디지털 인터페이스가 유리하다. 아날로그 측정 전류들은 따라서, 이미 센서에 가까운 디지털 신호들로 변환되어야 하며, 이는 통합된 아날로그 디지털 변환기(ADC)에 의해 성취될 수 있다. 아날로그 소 전류 신호를 디지털화하기 위한 이러한 종류의 통합된 개념은 예를 들면, [4]에서 설명된다.
- [0085] 요구된 동적 범위를 성취하기 위해, ADC는 이에 대응하여 높은 분해능 및 충분히 높은 신호 대 잡음 비를 가져야 한다. 또한, 이러한 종류의 아날로그 디지털 변환기를 센서 전극의 바로 근처에서 집적하는 것은 기술적으로 중요한 과제이며, 대응하는 프로세스 구현은 복잡하고 비용이 많이 든다. 또한, 센서에서 충분히 높은 신호 대 잡음 비를 성취하는 것은 극히 어렵다.
- [0086] [5]는 5nA의 최대 입력 전류 범위 및 1pA 정도의 분해능을 위해 구성된 전류-모드 아날로그 디지털 변환기를 개시한다.
- [0087] [6]은 시변 신호들의 기울기들을 결정하고 특성화하기 위한 디바이스를 개시한다.
- [0088] [7]은 미리 결정된 시간에서의 신호의 기울기가 미리 결정된 값 이상인지의 여부를 결정하기 위해 전자 신호를 추적하기 위한 전자 회로를 개시한다.
- [0089] [8]은 제어 회로들에 의해 포텐셜들이 조정되는 센서 및 수집기 전극들을 가지는 센서를 개시한다.
- [0090] 센서 전극(1)에 고정된 캡처 분자들(105)을 포함하는 도 1에 도시된 센서 전극(101)은 산화 환원 순환의 원리에 따라 기능한다(도 4a, 도 4b, 도 4c 참조). 도 1은 따라서, 테스트될 액체에서 효소 라벨(107)에 의해 생성되고, 제 1 센서 전극(101)으로부터 회로 배열(100)로 결합되는 전기 센서 전류를 생성하는 전기적으로 하전된 입자들(108)을 도시한다.
- [0091] 상기 센서 전류는 특성적인 방식으로 센서 전극(101)의 전위를 변경한다. 상기 전위는 바람직하게, 제 1 회로 유닛(102)의 제 1 제어 유닛(109)의 입력부에 인가된다.
- [0092] 제 1 회로 유닛(102), 특히 제 1 제어 유닛(109)은 바람직하게, 센서 전극(101)이 타겟 전위로부터 센서 전극 포텐셜의 충분히 상당한 편차의 경우에 제 1 커패시터(104)와 센서 전극(101) 사이에서 시프트되는 전하 캐리어

들에 의해 특정할 수 있는, 일정한 전위로 유지되도록 보장한다. 이것은 제 1 제어 유닛(109)에 의해 (피드백) 제어될 수 있는 제어가능한 음 저항기(110)에 의해 도 1에서 개략적으로 표시된다.

[0093] 도시된 회로 블록은 바람직하게, 센서 전극(101)에서의 전압이 일정하게 유지되도록 커패시터(104)와 센서 전극(101) 사이의 전류 흐름을 제어하는 아날로그 제어 루프이다.

[0094] 제어가능한 저항기(110)에 의해 전류 흐름의 연속적인 (피드백) 제어가 가능해진다. 센서 전극(101)의 전위가 그것의 표면의 충분히 많은 수의 센서 이벤트들로 인해 제 1 기준 범위 밖으로 이동하면, 제 1 회로 유닛(102) 및 특히 제 1 제어 유닛(109)은 제 1 커패시터(104)와 센서 전극(101) 사이의 전위를 매칭하는 것이 가능하도록 센서 전극(101)과 제 1 커패시터(104) 사이의 전류 흐름이 증가하거나 감소함을 보장한다.

[0095] 바람직하게, 제어가능한 저항기(110)의 저항 값은 따라서, 센서 전극(101)과 제 1 커패시터(104) 사이의 전류 흐름이 가능해지도록, 제 1 회로 유닛(102)의 제 1 제어 유닛(109)에 의해 증가되거나 감소된다. 이러한 시나리오에서, 전하는 제 1 커패시터(104)와 센서 전극(101) 사이에서 앞뒤로 흐를 수 있다.

[0096] 이러한 전하 시프팅으로 인해 제 1 커패시터(104)의 전위가 제 2 기준 범위 밖으로 이동하면, 이러한 이벤트는 제 2 회로 유닛(103)에 의해, 및 특히 제 2 회로 유닛(103)의 제 2 제어 유닛(111)에 의해 검출되고, 상기 제어 유닛은 바람직하게 비교기를 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 이러한 검출은 제 2 제어 유닛(111)의 출력부에서 생성되는 전기 펄스(112)로 구성되거나 이를 포함할 수 있다.

[0097] 또한, 제 1 커패시터(104)의 전위가 제 2 기준 범위 밖으로 이동하면, 제 1 커패시터(104)는 제 2 회로 유닛(103), 및 특히 제 2 회로 유닛(103)의 제 2 제어 유닛(111)에 의해 제 1 기준 전위에 있게 된다. 이것은 또 다른 스위치(113)가 제 2 회로 유닛(103)의 제 2 제어 유닛(111)에 의해 트리거링된 신호의 결과로서 폐쇄된다는 점에서 도 1에 표시되고, 그의 결과로서, 제 1 커패시터(104)는 전압원(114)에 전기적으로 결합되며, 그 결과는 제 1 커패시터(104)가 전압원(114)에 의해 정해지는 제 1 기준 전위에 있게 된다는 것이다.

[0098] 회로 배열(100)의 기본 개념은 검출될 센서 전류가 이전 아날로그 증폭 또는 이득 없이 전류에 비례하는 주파수로 변환된다는 점에서 예시적으로 보여질 수 있다. 회로 배열(100)에 의해, 센서 전극(101)에서의 포텐셜은 일정하게 유지되고 이를 위해 요구된 전하(양 또는 음의 부호를 갖는)는 정전용량(C)를 가지는 커패시터(104)로부터 인출된다. 전하(ΔQ)의 인출의 결과로서,

[0099]
$$\Delta Q = \int I dt \quad (1)$$
 이고,

[0100] 시간(t)에 걸쳐 적분된 제 1 커패시터(104)와 센서 전극(101) 사이의 전류 흐름(I)으로 인해, 제 1 커패시터(104)에 인가된 전압(ΔU)은 다음 관계에 따라 변경된다.

[0101]
$$\Delta Q = C \Delta U \quad (2)$$

[0102] 제 1 커패시터(104)에 인가된 전압은 바람직하게, 임계 회로에 의해 모니터링(monitoring)된다. 특정되거나 미리 정해진 값이 초과되거나 전압이 상기 값 아래로 떨어지면, 회로는 스위치(113)를 폐쇄하는 디지털 임펄스 또는 펄스(112)를 트리거링하고, 그 결과로서 커패시터(104)에서의 전기 전압이 특정되거나 미리 정해진 값으로 재설정된다. 이것은 임계 회로로부터 펄스 시퀀스를 야기하고, 이 시퀀스의 주파수는 센서 전류로서 또한 언급된 신호 전류에 비례한다.

[0103] 도 1을 참조하여 상기 설명된 바와 같이, 전기화학 센서를 작동시키기 위해, 회로 배열(100)은 실질적으로 2개의 회로 유닛들(102, 103)을 포함한다. 제 1 회로 유닛(102)은 센서 전극(101)에 인가된 전위(즉, 기준 지점에 대한 전압)를 제어하고 및/또는 모니터링한다.

[0104] 예를 들면, 연산 증폭기는 센서 전극(101)의 전위를 기준 포텐셜과 비교하고, 센서 전극(101)의 전위가 일정하게 되도록 센서 전극(101)과 제 1 커패시터(104) 사이의 전류 흐름을 제어하기 위해 사용될 수 있다.

[0105] 바람직하게는, 센서 전류를 매칭시키기 위해 요구된 역전류는 설명된 바와 같이, 제 2 회로 유닛(103)의 제 1 커패시터(104)로부터 인출된다. 제 1 커패시터(104)에서의 전압은 임계 회로, 예를 들면, 비교기 회로에 의해 제 2 회로 유닛(103)에서 모니터링된다. 제 1 커패시터(104)에 인가된 전위의 제 2 기준 범위가 초과되거나, 언더슈트(undershoot)되거나 충족되지 않으면, 제 2 회로 유닛(103)은 재설정 펄스를 방출한다. 바람직하게 고정된 시간 길이인 이러한 디지털 펄스는 커패시터(104)의 포텐셜(또는 2개의 커패시터 판들 사이의 전압)을 제 1

기준 전위로 재설정한다. 이 시간 동안 역전류가 전압원(114)으로부터 인출되기 때문에 펄스는 일정한 길이를 가져야 한다. 이 데드 타임(dead time)은 측정된 주파수를 감소시키고, 데드 타임이 무시할 정도로 작지 않으면, 데이터를 평가할 때 고려되어야 한다.

[0106] 데드 타임이 무시할 정도로 작지 않고 및/또는 보상되어야 하는 시나리오에서, 회로의 재설정으로 인한 측정 오차를 최소화하기 위해, 2개(또는 그 이상)의 커패시터들이 제공되는 것이 가능하고, 그들은 설명된 방식으로 교대로 동작된다. 하나의 (활성) 커패시터가 센서 전류에 의해 충전되면, 다른 (수동) 커패시터는 이러한 시간 간격에서 제 1 기준 전위로 재설정된다. 능동 커패시터에서의 포텐셜이 특정되거나 미리 정해진 값을 초과하면, 제 2 회로 유닛(103)은 바람직하게 재설정 펄스를 즉시 트리거하지 않지만, 대신에 2개의 커패시터들 사이에서 초기에 스위칭하고, 단지 후속하여 현재 수동 커패시터를 재설정한다. 이러한 접근법은 센서 전류가 전압 소스에서 결코 직접적으로 인출되는 것이 아니라, 대신에 항상 충전 저장소의 역할을 하는 커패시터로부터 인출됨을 의미한다.

[0107] 도 1을 다시 참조하면, 재설정 프로세스는 바람직하게 재설정 단계 동안 제 1 커패시터(104)를 특정할 수 있는 포텐셜로 방전시키는(예를 들면, 상기 커패시터를 완전하게 방전시킴) 스위칭 트랜지스터에 의해 실행된다. 제 1 기준 전위는 바람직하게는 접지 포텐셜이다. 센서 전류는 후속하여 제 1 커패시터(104)를 다시 충전한다. 제 1 커패시터(104)에서의 전압의 시간적 의존성은 다음 표현에 의해 설명될 수 있다:

$$U(t) = 1/C \int_0^t I_{\text{Sensor}} dt' \quad (3)$$

[0108] [0109] 도 5를 참조하여 이후에 설명될 바와 같이, 센서 전극(101)으로부터 방출된 센서 전류(I_{Sensor})는 일정한 오프셋 부분(I_{Offset}) 및 시간에 따라 (이상적으로) 선형 적으로 증가하는 신호 전류를 갖는다:

$$I_{\text{Sensor}} = I_{\text{Offset}} + mt \quad (4)$$

[0110] [0111] 방정식(4)이 방정식(3)에 삽입되고 적분이 산출되면, 제 1 시점(t_1)과 제 2 시점(t_2) 사이에 축적되는 전압은 다음을 초래한다:

$$U(t) = 1/C (I_{\text{Offset}}[t_2 - t_1] + m/2[t_2^2 - t_1^2]) \quad (5)$$

[0112] [0113] 특정 전압 차(ΔU)가 축적되는 시간 간격(Δt)은 따라서 다음과 같다:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = (C\Delta U) / (I_{\text{Offset}} + mt) \quad (6)$$

[0114] [0115] 이 경우에, t 는 고려된 간격의 평균 시간이고, 즉:

$$t = (t_1 + t_2) / 2 \quad (7)$$

[0116] [0117] 커패시터를 재설정할 때 데드 타임(t)를 무시하고, 충분히 짧은 간격(Δt) 내에서 측정된 주파수(f)는 $t_{\text{dead}} \ll \Delta t$ 이고 그에 따라 다음이 야기된다:

$$f = \Delta t^{-1} = I_{\text{Offset}} / (C\Delta U) + mt / (C\Delta U) \quad (8)$$

[0118] [0119] 이러한 주파수(f)는 디지털 신호(예를 들면, 회로 배열이 반도체 기관에 집적되는 경우에 칩으로부터의)로서 회로 배열(100)로부터 직접적으로 멀리 전도되고 또한 프로세스되거나 평가될 수 있다. 방정식(8)은 주파수(f)가 센서 전극(101)의 오프셋 전류(I_{Offset})로 인한 일정한 부분을 가짐을 보여준다. (8)의 제 2 항은 시간에 따라 선형적으로 증가하는 주파수 부분을 나타내고(정확하게 선형적으로 증가하는 전류 신호의 가정은 물론 이상화됨), 상기 부분은 산화 환원 순환 원리에 따른 센서 이벤트들로 인한 것이며 실제 측정 변수(m)를 포함한다.

[0120] 측정 전류의 시간적 변경에 대응하는 결정될 변수(m)는 예를 들면, 특정된 시간적 간격($\Delta t_{\text{Mess}} = t_B - t_A$)에서 2개의 기간 또는 주파수 측정들을 실행함으로써 얻어진다. t_A 또는 t_B 가 각각 방정식(8)에 삽입되고, 결과적인 주파수

들(f_A 와 f_B)가 서로 감산되면, 주파수 차(Δf)로서 다음이 얻어진다:

$$\Delta f = f_B - f_A = m\Delta t_{\text{Mess}} / (C\Delta U) \quad (9)$$

결과적으로, 변수(m)은 다음과 같다:

$$m = \Delta f C \Delta U / \Delta t_{\text{Mess}} \quad (10)$$

그에 따라, 변수(m)는 센서의 출력 주파수의 2개의 측정들로부터 직접적으로 결정될 수 있고, 특히 상기 변수 (m)는 도 5의 전류-시간 곡선 프로파일(503)의 기울기이다.

설명된 주파수 또는 기간 지속기간 측정에 대한 일 대안으로서, 제 2 회로 유닛(103)의, 특히 제 2 제어 유닛 (111)의 펄스들(112)을 펄스들(112)의 수 또는 시간적 시퀀스를 부가하고 바람직하게 이것을 경과된 시간 간격 들(Δt)의 수를 코딩하는 이진 워드로 변환하는 (도 6a 및 도 6b에 따른 예시적인 실시예들에서 도시된 바와 같 은) 카운팅 소자(606)의 입력부에 제공하는 것이 가능하다.

이러한 종류의 카운팅 소자(606)는 특정된 시간에 걸쳐 제 1 커패시터(104)의 재설정 펄스들(112)을 카운팅하고, 외부 펄스에 이어서 디지털로 판독하는 카운터를 출력하며, 후속하여 카운팅 소자(606)를 재설정할 수 있다.

양호한 근사치에서, 시점들(t_{c1} 및 t_{c2})에 의해 정해진 시간 기간($t_{\text{count}}=t_{c2}-t_{c1}$)의 만료 후에 회로 배열의 카운팅 소자(606)의 (카운터) 판독(n)은:

$$n = \int_{t_{c1}}^{t_{c2}} f dt = I_{\text{offset}} (t_{c2} - t_{c1}) / (C\Delta U) + m(t_{c2}^2 - t_{c1}^2) / (2C\Delta U) \quad (11)$$

이다.

주파수 측정들로부터 m 의 결정과 관련하여 상기에 제시된 것에 따라, (카운터) 판독(n)의 적어도 2개의 측정들 이 필요하고, 이로부터 I_{offset} 과 변수(m) 둘 모두의 측정들이 방정식(11)에 의해 결정될 수 있다.

카운팅 소자(606)를 본 발명의 회로 배열(100)에 집적하는 장점은 측정 결과의 결과적인 자동 시간 평균이다. 예상된 작은 센서 전류들의 경우, 특히 생체분자들을 검출할 때, 측정된 변수의 순간 값의 변동들(예를 들면, 잡음 효과들, 등으로 인해)이 가능하기 때문에, 평균화가 특히 유리하다.

회로 배열(100)의 바람직한 실시예에 따르면, 제 2 회로 유닛(103)은 적어도 하나의 제 2 커패시터를 포함하고, 회로 배열(100)은 적어도 하나의 제 2 커패시터들 중 하나, 또는 제 1 커패시터, 또는 커패시터들 중 적어도 2 개가 회로 배열(100)에 동시에 연결되도록 구성된다.

특히, 동적 범위를 확대하고 측정 정확도를 개선하기 위해, 스위칭가능한 저장 정전용량이 제공된다. 센서 전극 (101)이 증가된 전기 센서 전류를 전달하고, 이것이 증가된 출력 주파수를 야기하면, 또 다른 커패시터가 예를 들면, 제 1 커패시터(104)와 병렬로 연결될 수 있다. 이것은 제 1 커패시터(104)를 재설정할 때 테드 타임으로 인해 출력 주파수 및 그에 따라서 가능한 측정 부정확성들을 감소시킨다. 이 방식으로 성취되는 측정 범위의 스 위칭에 더하여, 커패시터 전압이 진동하는 간격(ΔU)은 또한 변경될 수 있다. 이것은 측정 범위가 지속적으로 조정되는 것을 허용한다.

이하에서, 본 발명의 구성이 바람직하게 기초하는 바람직한 제 2 실시예에 따른 회로 배열(600)이 도 6a를 참조 하여 설명된다. 이전의 도면들과 관련하여 제시된 양태들은 여기서 이에 대응하여 적용가능하거나 구현가능할 수 있다. 특히, 센서 전극(101, 601), 제 1 회로 유닛(102, 602), 제 2 회로 유닛(103, 603), 제 1 커패시터 (104, 604) 등과 같은 유사하거나 동일한 구성요소들은 동일하거나 대응하는 특징들 및 장점들을 가질 수 있다.

회로 배열(600)은 센서 전극(601), 센서 전극(601)에 전기적으로 결합되는 제 1 회로 유닛(602), 및 제 1 커패 시터(604)를 포함하는 제 2 회로 유닛(603)을 포함한다.

제 1 회로 유닛(602)은 센서 전극(601)의 전위가, 전위의 매칭이 가능하도록 결합되는 센서 전극(601) 및 제 1 커패시터(604)에 의해 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지되도록 바람직하 게 설계된다.

또한, 제 2 회로 유닛(603)은 바람직하게, 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유

닛은 이 이벤트를 검출하고 제 1 커패시터(604)를 제 2 회로 유닛(603)의 제 1 기준 전위에 있게 하도록 설계되며, 상기 포텐셜은 제 1 전압원(605)에 의해 제공된다.

- [0137] 게다가, 회로 배열(600)은 바람직하게, 제 2 회로 유닛(603)에 전기적으로 결합되고 이벤트들의 수 및 시간적 시퀀스를 카운트하도록 구성되는 카운팅 소자(606)를 포함한다.
- [0138] 게다가, 제 1 회로 유닛(602)은 바람직하게, 2개의 입력부들 및 하나의 출력부를 가지는 제 1 비교기 소자(607)를 포함하고, 제 1 입력부는 제 1 입력부가 센서 전극(601)의 전위에 있도록 센서 전극(601)에 결합된다.
- [0139] 제 2 입력부는 바람직하게, 타겟 전위(또는 제 1 전기 기준 범위)를 정해진 제 3 기준 전위에 있게 된다. 제 1 비교기 소자(607)의 제 2 입력부에 인가되는 제 3 기준 전위는 제 2 전압원(608)에 의해 제공된다. 또한, 제 1 비교기 소자(607)는 전기 신호가 그것의 출력부에서 생성되도록 설계되고, 상기 신호는 센서 전극(601)의 전위가 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지되도록 하는 것이다.
- [0140] 도 6a에서 예로서 또한 도시된 바와 같이, 제 1 회로 유닛(602)은 그것의 게이트 영역이 제 1 비교기 소자(607)의 출력부에 결합되고, 그것의 제 1 소스/드레인 영역이 센서 전극(601)에 결합되며, 그것의 제 2 소스/드레인 영역이 제 1 커패시터(604)에 결합되는 트랜지스터(609)를 포함한다.
- [0141] 바람직하게, (전계 효과) 트랜지스터(609)는 가변 옴 저항기(제 1 비교기 소자(607)에 의해 제어가능함)이며, 그에 의해 센서 전극(601)은 센서 전극(601)의 전위가 미리 정해질 수 있는 타겟 전위 근처에서, 미리 정해질 수 있는 제 1 기준 범위로 유지되도록 제 2 회로 유닛(603)의 제 1 커패시터(604)에 결합될 수 있다.
- [0142] 즉, 센서 전극(601) 및 커패시터(604)의 완전한 결합과 완전한 분리 사이의 임의의 중간 값은 트랜지스터(609)에 의해 설정되거나 조정될 수 있다.
- [0143] 또한, 제 2 회로 유닛(603)은 바람직하게, 2개의 입력부들 및 하나의 출력부를 가지는 제 2 비교기 소자(610)를 포함하고, 제 1 입력부는 제 1 입력부가 제 1 커패시터(604)의 전위에 있도록 제 1 커패시터(604)에 결합되고, 제 2 입력부는 제 3 전압원(611)에 의해 제공된 제 4 기준 전위에 있으며, 상기 제 4 기준 전위는 제 2 전기 기준 범위를 정한다.
- [0144] 제 2 비교기 소자(610)는 바람직하게, 그것의 출력부에서 전기 신호가 생성되도록 구성되며, 상기 신호는 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 4 기준 전위를 초과하면, 제 1 커패시터(604)가 제 1 기준 전위에 있도록 하는 것이다. 이 목적을 위해, 제 2 회로 유닛(603)은 스위치(612)(예를 들면, 트랜지스터로서 설계될 수 있음)에 전기 신호를 제공하고, 상기 전기 신호는 스위치(612)가 폐쇄되고 제 1 전압원(605)과 제 1 커패시터(604) 사이에 전기 결합이 확립되도록 하는 것이다.
- [0145] 또한, 펄스 생성기(613)는 바람직하게, 제 2 비교기(610)의 출력부에 연결되고, 상기 펄스 생성기는 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있는 경우를 검출하고, 정해진 길이(τ)의 디지털 펄스를 방출한다.
- [0146] 도 6a가 더 도시한 바와 같이, 펄스 생성기(613)의 상기 펄스 신호는 바람직하게, 펄스들의 수 및 그것의 시간적 시퀀스(즉, 펄스들이 도달하는 주파수)를 카운트하는 카운팅 소자(606)에 제공된다.
- [0147] 바람직하게, 회로 배열(600)의 제 1 비교기 소자(607) 및 제 2 비교기 소자(610)는 각각, 연산 증폭기로서 설계되지만, 또한 또 다른 방식으로 구현될 수 있다.
- [0148] 도 6a에 도시된 회로 배열(600)의 개략적인 회로도에는 따라서, 바람직하게 제 1 회로 유닛(602)에 의해 및/또는 제 1 커패시터(604)에 의해 구현되는 전위가변기 유닛을 포함한다. 상기 전위가변기 유닛은 제 3 기준 전위에 의해 정해지는 제 1 기준 범위 내의 타겟 전위에서의 센서 전극(601)의 전위를 유지한다.
- [0149] 센서 전극(601)으로부터 방전된 센서 전류는 게다가, 전류 주파수 변환기로서 기능하는 제 2 회로 유닛(603)으로부터 인출된다.
- [0150] 제 1 커패시터(604)는 그것의 전위를 유지하기 위해 센서 전극(601)에 전하를 전달하고, 제 1 커패시터(604)에 인가된 전압은 설명된 비교기 회로에 의해 모니터링된다.
- [0151] 제 1 커패시터(604)의 전압이 임계값 아래로 떨어지면, 비교기(610) 또는 펄스 생성기(613)는 바람직하게, 스위치(612)에 의해 제 1 커패시터(604)의 포텐셜을 제 1 전압원(605)의 전위로 변경하는 정해진 길이(I)의 펄스를 트리거링한다. 펄스는 게다가, 제 2 비교기 소자(610)의 출력부에 결합되는 선택적 카운팅 소자(606)에 대한 카운트 펄스로서 기능한다.

- [0152] 도 6a에 도시된 회로 배열(600)이, 그것이 센서 전극(601)에 전류를 제공하도록 구성됨을 강조해야 하고; 센서 전극(601)은 이 경우에, 전류 싱크로서 동작한다. 대조적으로, 센서 전극(601)에서 생성된 전류들이 회로 배열(600)에 의해 소비되도록 의도되면, 상기 배열은 상보적인 방식으로 구성될 수 있다.
- [0153] 이하에서, 본 발명에 따른 회로 배열의 바람직한 제 3 실시예가 도 6b를 참조하여 설명될 것이다. 도 6a에 도시되고 상기 설명된 회로 배열(600)에 대응하는 회로 배열(620)의 소자들에는 동일한 참조 부호들이 제공된다. 이하에서, 도 6a에 도시된 회로 배열(600)과 상이한 회로 배열(620)의 그들 구성요소들만이 더 상세하게 설명된다. 또한, 제 3 실시예의 상기 구성요소들 및 또 다른 특징들은 또한, 도 1에 도시된 제 1 실시예와 같은 다른 실시예들과 조합될 수 있다.
- [0154] 회로 배열(620)은 회로 배열(620)을 교정하기 위해 제 1 회로 유닛(602)에 결합될 수 있는 교정 디바이스(621)를 포함하고, 상기 교정 디바이스는 제 2 기준 전위가 교정 디바이스(621)에 의해 제 1 회로 유닛(602)에 인가될 수 있도록 구성되고, 제 1 회로 유닛(602)은 교정 디바이스(621)에 또는 센서 전극(601)에 결합된다.
- [0155] 센서 전극(601)이 제 1 회로 유닛(602)으로부터 선택적으로 분리될 수 있고 대신에 교정 디바이스(621)에 결합될 수 있는 것이 도 6b에 도시된 회로 배열(620)에서 특히 유리하고, 교정 디바이스(621)의 주요 구성요소는 기준 전류원(621A)이다.
- [0156] 회로 배열(620)은 교정 디바이스(621)에 의해 생성된 교정 전류에 의해 교정될 수 있다. 이것은 특히 제 1 커패시터(604)의 정전용량(C)의 정확한 값이 알려지지 않을 때 유리하다.
- [0157] 제 1 커패시터(604)의 제조 방법 동안 프로세스 기술의 변동들로 인해 제 1 커패시터(604)의 정전용량의 통계적 변동들에 더하여, 상당한 노력으로만 산출될 수 있거나 전혀 정확하게 산출될 수 없는, 회로 배열(620)의 기생 정전용량들은 저장 노드의 전체 정전용량에 실질적으로 기여하고 검출될 전류 신호가 상당히 코딩되는 결과적인 출력 주파수에 영향을 미친다.
- [0158] 전류 주파수 변환기에서의, 특히 제 2 비교기(610)의 오프셋 전압들, 및 가능한 누설 전류들 또는 체류 전류들은 또한 검출될 출력 주파수에 직접적으로 영향을 미칠 수 있다.
- [0159] 도 6b에 도시된 바와 같이, 교정 디바이스(621)는 바람직하게, 기준 전류원(621A)이 센서 전극(601)과 병렬로 연결될 때 알려진 센서 전류를 제공하거나 특정된 양만큼 상기 전류를 증가시키거나 감소시키는 연결가능한 기준 전류원(621A)을 포함한다. 연결로부터 발생하는 주파수 변화는 그 다음, 회로 배열(620)을 교정하기 위해 사용된다. 이러한 종류의 교정은 특히 분석물이 센서 전극(601) 상에 또는 센서 전극(601)에 도포되기 전에 실행될 수 있다. 이 경우에, 센서 전극(601)은 센서 이벤트들로부터 발생하는 임의의 신호 전류를 제공하지 않고, 출력 주파수는 기준 전류원(621A)의 기준 전류로부터 결정된다.
- [0160] 제 1 회로 유닛(602)에 대한 센서 전극(601) 또는 교정 디바이스(621)의 선택적인 연결은 바람직하게, 또 다른 스위치(622)에 의해 성취된다. 스위치(622)는 바람직하게, 도 6b에 도시된 동작 모드에서, 교정 디바이스(621)가 제 2 회로 유닛(602)에 연결되는 반면에, 도 6b에 도시된 동작 모드에서, 센서 전극(601)이 제 1 회로 유닛(602)에 연결되지 않는 방식으로 스위칭될 수 있다. 도 6b에 도시된 또 다른 스위치를 이동시키는 것에 대응하는 상보적인 시나리오에서, 센서 전극(601)은 제 1 회로 유닛(602)에 연결되는 반면에, 교정 디바이스(621)는 제 1 회로 유닛(602)에 연결되지 않는다.
- [0161] 회로 배열(100, 600)의 구성요소들의 가능한 구조체 및 바람직한 기능과 관련하여, 유럽 특허 1 636 599 B1의 공개에 대한 참조가 부가적으로 행해지고, 이 경우에, 15 내지 23 페이지들의 도 7 내지 도 16에 대한 도면들의 설명에 대한 참조가 부가적으로 행해지며, 그의 콘텐츠는 본 출원에 그에 의해 전체적으로 통합된다.
- [0162] 도 7은 본 발명의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 도 6a 및 도 6b에 따른 실시예들의 참조 부호들과 동일한 참조 부호들이 이용되고, 심지어 그들의 반복된 설명이 생략되더라도, 대응하는 구조체, 대응하는 속성들 및 대응하는 장점들이 성취되는 것이 가능하다. 이와 관련하여, 도 6a 및 도 6b에 관한 상기 설명들, 및 게다가 또한 본 명세서에서 설명된 회로 배열(100)의 및/또는 구조체의 또 다른 기능들, 특징들 및 속성들 및 센서 전극(101)의 기능에 대해 도 1 내지 도 5에 관한 설명들에 대한 참조가 행해지고, 그들은 원칙적으로 또한, 도 6a 및 도 6b에서의 실시예 및 이하에서 설명된 실시예의 대응하는 구성요소들에 또한 적용가능하거나 그들에 대해 구현가능하다. 따라서, 이하에서 단지 실질적인 차들과 발전들이 상세하게 설명된다.
- [0163] 도 7은 제안된 회로 배열(600)을 도시한다. 회로 배열(600)은 센서 전극(601)을 포함한다.
- [0164] 도 7에 따른 실시예에서, 센서 전극(601)은 인터디지털 전극(601)으로서 알려진 것으로서 구현된다. 이 경우에,

센서 전극(601)은 핑거형 스트립 도체들(601A)을 포함한다. 핑거형 스트립 도체들(601A)은 그룹/공통 라인 또는 배선(601B)에 의해 전기적으로 또는 갈바니 전기적 상호연결되거나 결합될 수 있다. 센서 전극(601)은 바람직하게, 스트립 도체들(601A) 및 그룹 라인 또는 배선(601B)에 의해 형성된다. 스트립 도체들(601A) 및 그룹 라인 또는 배선(601B)은 따라서, 바람직하게 캡처 분자(105)들이 고정될 수 있는 전도성 표면을 포함한다.

- [0165] 센서 전극(601), 스트립 도체들(601A) 및/또는 그룹 라인 또는 배선(601B)은 바람직하게, 연결 라인 또는 배선(601C)에 의해 제 1 회로 유닛(602)에 전기적으로 연결된다. 연결 라인 또는 배선(601C)은 바람직하게, 센서 전극(601)을 제 1 회로 유닛(602)의 입력부에 연결한다.
- [0166] 센서 전극(601)은 바람직하게, 도 4와 관련하여 예로서 설명되는 바와 같이 바이오센서(400)의 제 1 전극(401)이다. 원칙적으로 그러나, 센서 전극(601)은 또한, 도 4와 관련하여 상기 설명된 것들 이외의 물질들을 검출하기 위해 사용될 수 있고 및/또는 상이한 물질들, 특히 분자들을 검출하기 위해 도 4에서 설명되거나 이와 상이한 표면 마감(surface finish)을 가질 수 있다.
- [0167] 상대전극(601')은 바람직하게, 센서 전극(601)에 할당된다. 상기 상대전극은 센서 전극(601)에 대응하고, 유사하고 및/또는 그것에 상보적인 방식으로 구성될 수 있다. 센서 전극(601) 및 상대전극(601')은 특히 바람직하게, 핑거형 스트립 도체들(601A, 601'A)이 교번 방식으로 및/또는 적어도 서로 평행한 부분들로 각각 구동되거나 연장되는 인터디지털 구조체를 형성한다. 핑거형 스트립 도체들(601A, 601'A)은 특히 바람직하게, 센서 전극(601)의 핑거형 스트립 도체(601A)가 각각의 경우에 상대전극(601')의 핑거형 스트립 도체(601'A)와 실질적으로 평행하도록 구동 또는 연장되도록 핑거형 방식으로 서로 맞물린다. 결과적으로, 스트립 도체들(601A, 601'A)은 핑거형 방식으로 상호 맞물리고, 그에 의해 인터디지털 구조체가 형성될 수 있다.
- [0168] 상대전극(601')은 선택적 그룹 라인 또는 배선(601'B)을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 게다가, 상대전극(601')은 예를 들면, 접지되거나, 기준 포텐셜로 유지되거나 유지될 수 있거나, 특히 바람직하게 또 다른 회로 배열(600')의 일부를 형성하는 연결 라인 또는 배선(601'C)을 포함하고, 그의 구조체는 도 6a 및 도 6b와 관련하여 설명된 구조체 및 도 7의 전류와 유사할 수 있거나, 그것에 대응할 수 있거나 그것과 같을 수 있다.
- [0169] 센서 전극(601)은 제 1 회로 유닛(602)에 전기적으로 결합되거나 연결된다. 이것은 바람직하게, 연결 라인 또는 배선(601C)에 의해 실행된다. 도 7에 따라 도시된 예에서, 연결 라인 또는 배선(601C)은 제 1 회로 유닛(602)에 지속적으로 및/또는 직접적으로 연결되거나 결합된다. 따라서, 도 6b에 따른 실시예와 달리, 어떠한 스위치(622)도 센서 전극(601)이 제 1 회로 유닛(602)으로부터 분리될 수 있도록 센서 전극(601)과 제 1 회로 유닛(602) 사이에 배열되지 않는다. 대안적으로 또는 게다가, 그러나 도 6b와 관련하여 설명된 바와 같이 스위치(622)가 또한 제공될 수 있다. 상기 스위치(622)는 그 다음, 제 1 회로 유닛(602)을 센서 전극(601)에 또는 기준 전류원(621B)에 선택적으로 (대안적으로) 연결할 수 있을 것이다.
- [0170] 실제로, 센서 전극(601)은 바람직하게, 바이오센서의 전기 전도성 표면을 형성한다. 이 경우에, 스트립 도체들(601A) 및/또는 그룹 라인 또는 배선(601B)은 주위 환경을 향해 전기 전도성인 표면을 형성하고, 나머지 회로 배열(600)은 적어도 실질적으로 센서 전극(601) 아래 및/또는 반도체 재료에 집적될 수 있다. 회로 배열(600)은 따라서, 특히 바람직하게 시스템 온 칩(SoC) 또는 시스템 인 패키지(SiP)로서 알려진 것이다.
- [0171] 회로 배열(600)은 바람직하게, 제 2 회로 유닛(603) 및 제 1 커패시터(604)를 더 포함한다.
- [0172] 상기 이미 설명된 바와 같이, 제 1 회로 유닛(602)은 센서 전극(601)의 전위를 특정할 수 있는 타겟 전위 주위의 특정할 수 있는 제 1 기준 범위로 유지하도록 설계된다. 이것은 전위의 매칭이 발생하도록 결합되는 센서 전극(601) 및 제 1 커패시터(604)에 의해 성취될 수 있다. 이것의 바람직한 실시예는 이 지점에서 참조가 행해지는 도 6a 및 도 6b와 관련하여 설명된다.
- [0173] 제 2 회로 유닛(603)은 바람직하게, 제 1 커패시터(604)의 전위가 제 2 기준 범위 밖에 있으면, 상기 유닛이 이 이벤트를 검출하고 제 1 커패시터(604)를 제 1 기준 전위에 있게 하도록 구성된다. 이와 관련하여 바람직한 해결책의 상세들에 대해 대해, 도 6a 및 도 6b에 따른 실시예의 상기 설명에 대한 참조가 행해진다.
- [0174] 연결가능한 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 센서 전극(601)에서 제공된다. 상기 기준 전류원(621B)은 센서 전극(601) 및/또는 제 1 회로 유닛(602)에 기준 전류(R)를 임프레싱할 수 있다.
- [0175] 기준 전류(R)는 양 또는 음의 부호를 가질 수 있고, 따라서 기준 전류원(621B)은 센서 전극(601) 내로 또는 센서 전극(601) 밖으로 기준 전류(R)를 생성할 수 있다.
- [0176] 매우 기본적으로, 기준 전류(R)는 바람직하게 직류, 즉 적어도 실질적으로 부분들에서 일정한 전류이다. 대안적

으로 또는 게다가, 그러나, 기준 전류(R)는 또한 교류 성분을 포함할 수 있거나 교류 신호일 수 있다. 이것은 회로 배열(600)의 측정 결과(M)가 기준 전류(R)를 따르는 시간적 간격을 결정함으로써 회로 배열(600)의 관성을 테스트하기 위해 사용될 수 있다.

- [0177] 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 알려진 기준 전류(R)를 제공하거나 센서 전극(601)으로부터 제 1 회로 유닛(602)으로 흐르는 센서 전류(S)를 특징의, 바람직하게 알려진 양만큼 증가시키거나 감소시키도록 설계된다. 이것은 바람직하게, 기준 전류원(621B)이 센서 전극(601)에 연결될 때 발생한다
- [0178] 도 7에 따라 도시된 예에서, 도 6b에 도시된 예와 상이한 방식으로, 기준 전류원(621B)은 센서 전극(601)에 기준 전류(R)가 주입(임프레싱)되도록 센서 전극(601)에 연결될 수 있다. 온전한 센서 전극(601)의 경우, 기준 전류(R)는 센서 전류(S)로서 제 1 회로 유닛(602)으로 전도된다. 대안적으로 또는 게다가, 기준 전류원(621B)은 제 1 회로 유닛(602)의 입력부에 또는 연결 라인 또는 배선(601C)에 직접적으로 연결되거나 연결가능할 수 있고, 센서 전극(601)은 바람직하게, 제 1 회로 유닛(602)(도시되지 않음)으로부터 분리되지 않거나 분리가능하지 않다. 대안적으로, 그러나, 스위치(622)가 또한 제공될 수 있으며, 상기 스위치는 제 1 회로 유닛(602)이 직접적으로 또는 연결 라인 또는 배선(601C)을 통해 기준 전류원(621B)에 연결될 때 센서 전극(601)을 제 1 회로 유닛(602)으로부터 분리한다.
- [0179] 도 7에 따라 도시된 예에서, 따라서 대안적으로 또는 게다가, 기준 전류원(621B)을 병렬 연결로 센서 전극(601)에 연결하는 것이 또한 가능하다.
- [0180] 본 발명의 의미 내에서, 전류원, 특히 기준 전류원(621B)은 (양 또는 음의) 전류가 제 1 회로 유닛(602)에 임프레싱되는 방식으로 센서 전극(601)에 결합될 때 특히 병렬로 연결된다.
- [0181] 이 경우에, "병렬로"는 바람직하게, 기준 전류원(621B)이 센서 전극(601)에 대한 (가상) 접지 또는 기준 포텐셜과 관련하여 병렬로 연결되도록 이해되는 것이다. 기준 지점은 또한 작은 신호 접지 동일 수 있다.
- [0182] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 일 양태에서, 기준 전류원(621B)이 센서 전극(601)에 어떠한 기준 전류(R)도 주입하지 않거나 제 1 전류 세기/암페어 수(amperage)를 가지는 제 1 기준 전류(R) 및 제 1 전류 세기/암페어 수와 상이한 제 2 전류 세기/암페어 수를 가지는 적어도 하나의 제 2 기준 전류(R)를 주입하도록 회로 배열(600)이 설계되고 기준 전류원(621B)이 동작가능하게 조정되거나 설정될 수 있다.
- [0183] 즉, 기준 전류원(621B)은 조정가능하다. 이 경우에, 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 각각의 경우에 특정되고, 미리 정해지고 및/또는 알려지는 상이한 전류 세기들 사이에서 조정될 수 있다.
- [0184] 이 경우에, 기준 전류원(621B)은 지속적으로 조정가능할 수 있다. 그러나, 도시된 예에서, 기준 전류원(621B)은, 바람직하게 적어도 2개의 단계들을 가지는 단계들에서 조정가능하고, 상기 단계들에서 기준 전류원(621B)은 상이한 기준 전류들(R) 즉, 상이한 전류 세기들의 기준 전류들(R)을 센서 전극(601) 및/또는 제 1 회로 유닛(602)에 전달하거나 주입한다.
- [0185] 기준 전류원(621B)에 의해 생성된 기준 전류(R)의 "주입"은 특히, 기준 전류원(621B)이, 기준 전류원(621B)에 의해 제공되는 기준 전류(R)가 전도성 구조체에, 즉 특히 스트립 도체들(601A), 그룹 라인 또는 배선(601B)에 및/또는 연결 라인 또는 배선(601C)에 임프레싱되거나 공급되도록 센서 전극(601)에 및/또는 제 1 회로 유닛(602)에 전기적으로 결합되고, 특히 그것에 (갈바닉 전기적으로) 연결되어 있음을 의미한다.
- [0186] 기준 전류원(621B)의 조정성은 정확하고 신뢰가능한 기능 테스트 및/또는 교정의 장점을 제공한다. 이 경우에, 기준 전류원(621B)의 바람직한 단계적 조정성은 바람직하게, 개별적인 전류원들(623, 624)에 의해 관련 전류들을 실현함으로써 가능하게 되고, 그들의 전류들은 특히 잘 특정되거나 미리 정해지거나 잘 특정되거나 미리 정해될 수 있다. 전류원들(623, 624)의 상기 전류들은 조합하여 사용될 수 있고, 결과적으로 지속적으로 조정가능한 기준 전류원(621B)이 또한 원칙적으로 가능할지라도, 상기 지속적으로 조정가능한 기준 전류원보다 적은 영향들, 변동들 및 공차들을 가지는 기준 전류원(621B)을 제공한다.
- [0187] 회로 배열(600)은 센서 전류(S), 즉 특히 도 6a 및 도 6b와 관련하여 상기 설명된 바와 같이, 특히 바람직하게 주파수 형태로 센서 전극(601)으로부터 제 1 회로 유닛(602)으로 흐르는 전류에 의존하는 방식으로 측정 결과(M)를 생성한다. 따라서, 특정 센서 전류(S)의 경우, 특히 커패시터(604)의 정전용량에 의존하는 방식으로 특정 측정 결과(M)가 예측되거나 예상되어야 한다.
- [0188] 기준 전류원(621B)에 의해 주입된 기준 전류들(R)이 알려지는 사실로 인해, 기준 전류원(621B)이 연결될 때, 결과가 예측/예상된 바와 같은지의 여부와 관련하여 측정 결과(M) 또는 주파수를 모니터링하는 것이 가능하다. 이

목적에 의해, 측정 결과(M)가 예측/예상되는 범위가 제공될 수 있다. 측정 결과(M)가 이 특정되거나 특정할 수 있는 범위 밖이면, 오작동이 발생했다고 결론짓는 것이 가능하다. 그에 따라, 회로 배열(600)은 제어된 또는 정상 동작을 위해 비활성화되거나 무시될 수 있다. 이 경우에, 제어된 또는 정상 동작은, 바람직하게 기준 전류원(621B)이 비활성화되거나 전기적으로 분리될 때, 센서, 특히 바이오센서로서의 사용이다.

- [0189] 이 경우에, 조정가능한 기준 전류원(621B)의 장점은, 기준 전류원(621B)에 의해 생성된 상이한 센서 전류들(S)에 대한 측정 결과들(M)을 모니터링하는 것이 가능하기 때문에 기능 테스트와 관련하여 2배의 확실성을 성취하는 것이 가능하다는 점이다.
- [0190] 이 목적을 위해, 타겟 값들 또는 타겟 값 범위들은 각각의 경우에 기준 전류원(621B)에 의해 주입되거나 주입될 수 있는 상이한 전류 세기들의 기준 전류들(R)에 대해 특정될 수 있으며, 여기서 타겟 값들 또는 타겟 값 범위들은 적절하게 기능하는 경우에 측정 결과(M)가 예측되거나 예상되는 것들이다. 상이한 기준 전류들(R) 중 하나가 주입될 때 측정된 값(M)이 정해진 범위 밖에 있으면, 특히 회로 배열(600)을 비활성화함으로써 결함이 식별되고 및/또는 처리될 수 있다.
- [0191] 대안적으로 또는 게다가, 상이한 크기들의 기준 전류들(R), 즉 기준 전류원(621)에 의해 상이한 전류 세기들을 가지는 전류들을 센서 전극(601) 및/또는 연결 라인 또는 배선(601C) 및/또는 제 1 회로 유닛(602), 특히 센서 전극(601)에 대한 그것의 입력부에 주입할 때 관측되는 측정 결과들(M)은 회로 배열(600)의 거동(behaviour), 특히 선형성을 결정하기 위해 및/또는 측정 결과들(M)을 정정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0192] 대안적으로 또는 게다가, 회로 배열(600)은 이 방식으로, 즉 기준 전류원(621B)에 의해 임프레싱되거나 주입된 적어도 2개의 상이한 기준 전류들(R)에 기초하여 적어도 2개의 측정된 값들(M)을 결정함으로써 교정되거나 교정될 수 있다.
- [0193] 예를 들면, 기준 전류/측정 결과 쌍들을 생성하고 및/또는 상이한 기준 전류들(R)을 상이한 측정 결과들(M)에 할당하는 것이 가능하다. 기준 전류들(R)이 미리 알려지는 사실로 인해, 반대로 측정 결과들(M)이 각각의 기준 전류들(R)에 할당되는 것이 가능하다. 이 기준에 따라 결정되거나 결정될 수 있는 이러한 할당 또는 할당 기능은 후속적인 제어된 또는 정상 동작 동안(기준 전류원(621B)이 분리될 때), 샘플에 의해 생성된 측정 결과들(M)로부터 센서 전류들(S)을 신뢰가능하게 결론짓기 위해 사용될 수 있다. 이 목적을 위해, 할당 기능 및/또는 정정 기능은 기준 전류/측정 결과 쌍들로 생성될 수 있으며, 그에 의해 그 다음, 측정 결과들(M)로부터 센서 전류들(S)을 결론짓는 것이 가능하다. 이 방식으로, 측정 결과들(M)을 사용하여 관련 센서 전류(S)가 산출되거나 정정될 수 있다.
- [0194] 이것은 생물학적, 화학적 또는 생화학적 프로세스들에 의해 센서 전극(601)에서 또는 센서 전극(601)상에 생성된 센서 전류(S)에 대한 측정 결과들(M)의 개선되고 및/또는 더 정확한 할당을 허용하거나 이를 성취하는 것을 가능하게 한다.
- [0195] 즉, 기준 전류원(621B)에 의해 센서 전극(601)에 상이한 기준 전류들(R)(상이한 전류 세기들을 갖는 전류들)이 주입될 수 있고, 알려진 기준 전류들(R)에 대응하는 측정 결과들(M)이 생성될 수 있으며 회로 배열(600)의 결합 제어, 결합 정정 및/또는 교정은 그로부터 발생하는 센서 전류/측정 결과 값 쌍들을 사용하여 실행될 수 있다.
- [0196] 바람직하게, 적어도 2개의 상이한 전류원들(623, 624)이 제공되고, 상기 전류원들은 전류원(621B) 및/또는 기준 전류(R)를 함께 형성한다. 이 경우에, 전류원들(623, 624) 중 적어도 하나는 활성화가능하고 및/또는 비활성화가능하다. 대안적으로 또는 게다가, 전류원들(623, 624)은 상기 전류원들(623, 624)에 의해 생성된 전류들이 기준 전류(R)에 부가되도록 병렬로 연결된다. 전류원들(623, 624) 중 활성화되거나 비활성화되는 것에 의존하여, 이 방식으로, 기준 전류원(621B)이 제로이거나, 제 1 전류원(623)의 전류 세기, 제 2 전류원(624)의 전류 세기 또는 전류원들(623, 624)에 의해 제공된 것의 합인 전류 세기에 대응하는 기준 전류(R)를 생성하는 것이 가능하다.
- [0197] 도 7에 따라 도시된 예에서, 전류원들(623, 624) 둘 모두는 스위치들(625, 626)에 의해 스위칭가능하다.
- [0198] 도 7에 따라 도시된 예에서, 전류원들(623, 624)은 각각, 스위치들(625, 626)와 직렬로 연결된다. 이것은 전류원들(623, 624)이 내부 저항(도시되지 않음)을 가지기 때문에 실제로 성취될 수 있다. 그러나, 전류원들(623, 624)은 또한 또 다른 방식으로 스위칭가능하거나 활성화가능하고 및/또는 비활성화가능하도록 설계될 수 있다.
- [0199] 함께, 그리고 전류원들(623, 624) 중 적어도 하나가 스위칭가능하기 때문에, 전류원들(623, 624)은 스위칭가능하고 및/또는 조정가능한 기준 전류원(621B)을 형성한다. 그러나, 기준 전류원(621B)의 조정성은 또한 또 다른

방식으로 성취될 수 있다.

- [0200] (관련) 전류원(623, 624)은 전류 미러로서 형성될 수 있거나 전류 미러를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 해결책들이 여기서 또한 가능하다.
- [0201] 기준 전류원(621B)은 바람직하게 특정되거나 미리 정해진 단계들에서 조정가능하다. 이것은 선택적으로 전류원들(623, 624) 중 어느 것도 활성화하지 않거나, 그들 중 단지 하나, 또는 둘 모두를 활성화함으로써 도시된 예에서 성취될 수 있다. 그러나, 기준 전류원(621B)의 단계적 조정성을 위한 다른 해결책들이 여기서 또한 가능하다.
- [0202] 임의의 경우에서, 기준 전류원(621B)에 의해 생성되거나 생성될 수 있는 전류들 또는 전류 세기들이 알려지거나 특정되고 및/또는 일정한 것이 바람직하다.
- [0203] 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 센서 전극(601) 및/또는 연결 라인 또는 배선(601C)에 주입되고 센서 전류(S)로서 제 1 회로 유닛(602)에 (측정 전류로서) 흐르는 기준 전류(R)을 생성한다.
- [0204] 기준 전류원(621B)에 의해 전달된 기준 전류(R)의 상이한 전류 세기들을 설정되거나 조정하고 회로 배열(600)을 이용하여 상기 전류 세기들을 측정함으로써, 바람직하게 기준 전류(R)의 상이한 전류들 또는 전류 세기들에 대응하는 측정 결과들(M)이 생성된다. 이들 기준 전류/측정 결과 쌍들은 바람직하게, 회로 배열(600)의 거동을 분석하고 및/또는 보상하기 위해 및/또는 회로 배열(600)을 교정하기 위해 사용된다.
- [0205] 기준 전류원(621B) 및/또는 (각각의) 전류원들(623, 624)은 바람직하게, 공급 전압과 적어도 실질적으로 독립적으로 동작한다. 특히, 공급 전압과 적어도 실질적으로 독립적인 기준 전류(R)가 기준 전류원(621B) 또는 전류원들(623, 624)에 의해 생성될 수 있거나 그들에 의해 생성되는 전압 기준이 제공될 수 있다.
- [0206] 회로 배열(600)은 바람직하게, 기준 전류원(621B)이 비활성화될 때 그리고 상기 소스가 연결될 때, 센서 전극(601)으로부터 제 1 회로 유닛(602)으로 전달된 전기 에너지 또는 센서 전류(S)를 측정 결과들(M)로서 결정하도록 설계된다.
- [0207] 이를 기초로, 회로 배열(600)은 바람직하게, 또 다른 센서 전극 또는 상대전극(601')에 대한 센서 전극(601)의 단락을 결정할 수 있다.
- [0208] 대안적으로 또는 게다가, 측정 결과들(M)에 기초하여 센서 전극(601)과 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결 문제를 결정하기 위해 준비가 행해지고 및/또는 회로 배열(600)이 설계된다. 이것은 예를 들면, 회로 배열(600)에 의해 결정된 측정 결과(M)가 센서 전극(601)에 주입된 특정되거나 알려진 기준 전류(R)의 경우 예측되거나 예상된 값 또는 타겟 값/영역으로부터 벗어난다는 점에서 성취될 수 있다. 이러한 경우에, 측정된 측정 결과(M)와의 타겟 값 비교가 실행될 수 있고, 측정 결과(M)가 타겟 값으로부터 또는 타겟 값 범위로부터 벗어난 경우 결함이 검출될 수 있다.
- [0209] 도 8은 예로서, 각각의 경우에 동일한 시간(T)에 걸쳐 표시된 기준 전류(R)의 그리고 측정 결과(M)의 시간적 진행을 도시한다.
- [0210] 시점(T0)(시작 시간)과 제 1 시점(T1) 사이의 제 1 간격에서, 어떠한 기준 전류(R)도 주입되지 않고, 이것은 도 8에서 기준 전류(R)를 나타내는 상부 다이어그램/그래프의 축(y 축)에서 R0으로 표시된다. R0으로 표시된 그의 값이 0인, 기준 전류(R)는 비활성화되는 전류원들(623, 624) 둘 모두에 의해 생성될 수 있다. 측정 결과(M0)는 이에 대응하는 방식으로 및/또는 동시에 결정된다. 이것은 하부 다이어그램/그래프에서 측정 결과(M)를 나타내는 축(y축)상에서 M0으로 표시된다. 이 측정 결과(M0)는 오프셋으로 간주되거나 해석될 수 있고 및/또는 측정 결과들(M)을 보상하거나 정정하기 위해 사용될 수 있다. 측정(M0)이 제로의 값을 가지면, 회로는 오프셋없는 방식으로 동작하고 있지만, 일반적으로 M0의 제로가 아닌 값이 가정되어야 한다.
- [0211] 제 1 시점(T1)과 제 2 시점(T2) 사이의 제 2 간격에서, 제 1 기준 전류(R1)가 센서 전극(601), 연결 라인 또는 배선(601C) 및/또는 제 1 회로 유닛(602)의 입력부에 주입된다. 도시된 예에서, 0과 상이한 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 기준 전류(R1)는 전류원들(623, 624) 중 단지 하나를 활성화함으로써 또는 다른 전류원(623, 624)을 비활성화함으로써 생성된다. 대응하는 제 1 측정 결과(M1)가 결정될 수 있고, 상기 결과는 바람직하게, 오프셋(측정된 값(M0))으로부터 벗어난다. 제 1 측정 결과(M1)가 오프셋 측정 결과(M0)로부터 벗어나지 않거나 타겟 값을 초과하거나 상기 타겟 값 아래로 떨어지거나 상기 타겟 값을 충족시키지 못하면, 이 경우에 회로 배열(600)이 센서 전극(601)에 주입된 기준 전류(R)를 측정하지 않기 때문에 결함이 존재하거나 결함이 검출된다.

이것은 도 8에서 파선(F1)으로 표시된다.

- [0212] 시점(T2)과 후속 시점(T3) 사이에서, 또 다른 제 2 기준 전류(R2), 즉 제 1 기준 전류(R1)로부터 벗어난 전류가 기준 전류원(621B)에 의해 주입된다. 이 경우에, 기준 전류들(R1, R2)은 그것의 전류 세기의 관점에서 적어도, 바람직하게 정확하게 또는 단지 상이하다. 기준 전류(R2)에 대응하는 측정 결과(M2)가 결정되거나 결정될 수 있다.
- [0213] 상기 기준 전류(R2)는 제 1 기준 전류(R1)를 생성하는 전류원(623, 624)과 상이한 전류원(623, 624)에 의해 생성될 수 있다. 즉, 하나의 전류원(623)은 제 1 기준 전류(R1)를 생성할 수 있고 다른 전류원(624)은 제 2 기준 전류(R2)를 생성할 수 있다.
- [0214] 도 8에 따른 예에서, 시점(T3) 이후에 제 3 측정 결과(M3)가 대응하는 제 3 기준 전류(R3)가 주입된다. 제 3 기준 전류(R3)는 바람직하게, 기준 전류들(R1 및 R2)로부터 벗어난다(전류 세기의 측면에서).
- [0215] 도시된 예에서, 기준 전류(R3)는 각각의 활성 전류원들(623, 624)의 전류들이 함께 부가되도록, 그들을 상호연결함으로써 생성된다.
- [0216] 제 3 기준 전류(R3)는 바람직하게, 센서 전극(601), 연결 라인 또는 배선(601C) 및/또는 제 1 회로 유닛(602)에 주입된다. 이에 대응하는 제 3 측정 결과(M3)가 결정될 수 있거나 결정된다.
- [0217] 기준 전류들(R0, R1, R2, R3)은 바람직하게, 특히 그들의 전류 세기의 측면에서 서로 각각 상이하다. 이에 대하여, 이것은 바람직하게 측정 결과들(M0, M1, M2, M3)에 또한 적용된다.
- [0218] 도 8에 따라 도시된 예에서, 파선(F1)이 도시되며, 그에 따라 측정 결과(M0)는 항상, 기준 전류와 무관한 방식으로 결정된다. 이것은 센서 전극(601)에 주입된 기준 전류(R)가 예를 들면, 도 7에 표시된 센서 전극(601)의 또는 센서 전극(601)에서의, 특히 스트립 도체들(601A) 중 하나 이상, 그룹 라인 또는 배선(601B)의 단선(break)(U1) 및/또는 연결 라인 또는 배선(601C)의, 도 7에 또한 표시된 단선(U2) 때문에 측정 결과(M)에 임의의 영향을 미치지 않는 경우이다.
- [0219] 결합 라인(F2)은 또한, 도 8에 따른 다이어그램 또는 그래프에서 파선으로 도시되며, 상기 라인은 센서 전극(601)이 또 다른 회로 배열(600')의 센서 전극(601')에 단락되었을 때 측정 결과(M)의 진행을 나타낸다. 이것은 파선들(K1, K2)로 도 7에 표시된다.
- [0220] 상대전극(601')이 접지에 연결되면, 기준 전류(R)는 파선(F1)으로 표시된 바와 같은 측정 결과(M)가 발생할 수 있도록, 논의되는 단락을 통해 상대전극(601')을 통해 내외로 적어도 실질적으로 배출될 수 있다.
- [0221] 그러나, 상대전극(601')은 바람직하게, 또 다른 회로 배열(600')의 제 1 회로 유닛(602)의 부분에 연결되거나 이를 형성한다.
- [0222] 이 경우에, 주입된 기준 전류(R)는 선택적으로, 측정 결과(M)가 각각의 경우에, 예측/예상된 것보다 작고, 특히 예측되거나 예상된 측정 결과(M)에 비례하도록 관련 회로 배열들(600, 600')의 2개의 입력부에 걸쳐 분할된다. 이것은 제 2 결합 라인(F2)으로 표시된다. 특히, 임의의 주입된 기준 전류(R)가 없는 측정 결과(M0)와 기준 전류(R1, R2, R3)가 주입될 때 측정 결과(M1, M2, M3) 사이의 예측되거나 예상된 차가 예측되거나 예상된 값 또는 타겟 값의 대략 절반에 대응하면 또 다른 회로 배열(600')의 센서 전극(601')에 대한 센서 전극(601)의 단락이 표시된다. 그에 따라, 이러한 종류의 거동에 대한 측정 결과(M)가 분석될 수 있고, 필요한 경우 대응하는 결합이 검출될 수 있다.
- [0223] 회로 배열(600)은 바람직하게, 대응하는 기준 전류들(R)를 생성하도록 그리고 결합들을 결정하고 및/또는 교정을 실행하기 위해 이 경우에 생성된 측정 결과들(M)을 평가하도록 설계된다.
- [0224] 예를 들면, 회로 배열(600)의 거동이 적어도 실질적으로 선형이라는 가정 하에 교정이 실행될 수 있다. 이 경우에, 기준 전류(R)의 변화에 이어서 그에 비례하는 측정 결과(M)의 변화가 예측되거나 예상되어야 한다. 비례성 원칙이 완전히 존재하지 않으면, 이것은 기준 전류/측정 결과 쌍들에 기초하여 정정될 수 있다. 이 경우에 예를 들면, 교정 단계에서 결정되거나 결정될 수 있는 정정 기능에 의해 추후 측정에서 정정이 행해질 수 있다. 정정 기능은 기준 전류/측정 결과 쌍들의 추정(extrapolation)에 의해 산출될 수 있다.
- [0225] 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 하나 이상의 스위치들(627, 628)에 의해 센서 전극(601)에 전기적으로 결합될 수 있다. 기준 전류원(621B)은 바람직하게, 센서 전극(601)의 제 1 부분(601D)에 그리고 또 다른 제 2 부분(601E)에 선택적으로 결합될 수 있다. 이 목적을 위해, 복수의 스위치들(627, 628)이 제공될 수 있다. 바람직하

게, 제 1 스위치(627)는 기준 전류원(621B)을 제 1 부분(601D)에 연결하고 및/또는 제 2 스위치(628)는 기준 전류원(621B)을 제 2 부분(601E)에 연결한다.

- [0226] 도시된 예에서, 제 1 부분(601D)은 인터디지털 구조체의 영역에, 특히 스트립 도체들(601A)의 및/또는 그룹 라인 또는 배선(601B)의 영역에 위치된다. 제 2 부분(601E)은 연결 라인 또는 배선(601C)의 영역에 위치되고, 그에 의해 스트립 도체들(601A) 및/또는 그룹 라인(601B) 또는 배선은 제 1 회로 유닛(602)에 연결된다. 즉, 제 1 부분(601D)은 바람직하게, 센서 전극(601)의 영역에 위치되고, 그의 전도성 표면은 바이오센서로서 직접적으로 기능하며, 제 2 부분(601E)은 바람직하게, 연결 라인 또는 배선(601C)에 의해 제 1 회로 유닛(602)에 직접적으로 연결된다. 제 2 부분(601E)은 따라서, 제 1 회로 유닛(602)의 입력부에 의해 형성될 수 있다.
- [0227] 초기 상태에서, 즉 표면에 고정된 임의의 분자들이 없거나, 임의의 경우에 샘플이 센서 전극(601)과 접촉하지 않고, 센서 전극(601)은 바람직하게, 개방 노드를 형성하며, 이를 통해 어떠한 전류들(직류들)도 멀리 배출될 수 없다. 따라서, 정확하게 기능하는 경우, 기준 전류(R)가 변경되지 않은 센서 전극(601)을 통과하고 센서 전류(S)로서 제 1 회로 유닛(602)으로 흐르거나 그것에 공급되는 것으로 가정되어야 한다. 이것은 임의의 경우에, 기준 전류들(R)에 대해 적용되고, 상기 기준 전류들(R)은 적어도 실질적으로 일정하게 되도록 또는 직류로서 제공된다.
- [0228] 측정 결과들(M)은 한편, 기준 전류(R)가 센서 전극(601)의 제 1 부분(601D)에 그리고 다른 한편으로 제 2 부분(601E)에 대안적으로 주입될 때 바람직하게 생성된다. 기준 전류(R)가 동일하다면, 즉, 동일한 전류 세기를 갖는다면, 따라서 동일한 측정 결과(M)가 생성될 것으로 예측되거나 예상되어야 한다. 그렇지 않은 경우, 즉 기준 전류(R)가 주입되는 부분(601D, 601E)에 의존하여 측정 결과(M)가 중요하지 않은 방식으로 변경되면, 센서 전극(601)과 제 1 회로 유닛(602) 사이에 접촉 문제점이 존재한다고 결론짓는 것이 가능하다. 이어질 수 있는 결합 처리는 테스트된 회로 배열(600)의 비활성화를 야기하거나 그를 위해 이용될 수 있다.
- [0229] 제 1 부분(601D)은 바람직하게, 센서 전극(601)의 인터디지털 구조체에, 즉 바람직하게 스트립 도체들(601A) 및/또는 그룹 라인 또는 배선(601B)에 위치된다. 도시된 예에서, 제 1 스위치(627)가 기준 전류원(621B)과 제 1 부분(601D) 사이에 연결부를 확립하면 기준 전류원(621B)과 그룹 라인 또는 배선(601B) 사이에 전기화학적 접촉부가 확립된다.
- [0230] 대안적으로 또는 게다가, 도시된 예에서, 제 2 부분(601E)은 연결 라인 또는 배선(601C)의 영역에서 및/또는 제 1 회로 유닛(602)의 입력부에서 제공된다. 제 2 스위치(626)는 기준 전류원(621B)을 제 2 부분(601E)에 연결하기 위해 이용될 수 있다. 이 방식으로, 기준 전류(R)는 기준 전류원(621B)에 의해 제 2 부분(601E)에 주입될 수 있다. 그러나, 다른 해결책들이 또한 여기에서 가능하다.
- [0231] 제안된 방법에서, 회로 배열(600)의 테스트 모드에서, 기준 전류원(621B)은 그 다음, 시점(T0)에서 센서 전극(601)에 어떠한 전류도 주입하지 않고, 또 다른 시점(T1)에서 제 1 전류 세기를 가지는 제 1 기준 전류(R), 및 여전히 또 다른 시점(T2)에서 제 1 기준 전류(R)와 상이하고 제 1 전류 세기와 상이한 제 2 전류 세기를 가지는 적어도 하나의 제 2 기준 전류(R)를 주입하도록 조정되거나 설정된다. 특히 상기 설명된 바와 같이, 상이한 주입된 기준 전류들(R)에 대해 결정되고 그들에 의존하는 측정 결과들(M)은 회로 배열(600)의 접촉 문제점들, 단락들 및/또는 적절한 기능 또는 선형성을 결정하기 위해, 및/또는 교정을 실행하기 위해 이용될 수 있고, 측정 결과들(M)을 정정하기 위한 정정 정보의 또 다른 항목 또는 정정 기능은 바람직하게 결정되고 바람직하게 샘플을 이용한 후속 측정에 이용된다.
- [0232] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 또 다른 양태에서, 본 발명은 측정 결과(M), 특히 주파수가 센서 전극(601)에 및/또는 다른 회로 배열(600')의 센서 전극(601')에 주입된 기준 전류(R)에 의존하여, 및/또는 그에 의해 야기된 검출된 측정 결과들(M)에 의존하여 생성되는 방법에 관한 것이다.
- [0233] 즉, 측정 결과(M)는 주입된 기준 전류(R)에 의존하여, 특히 도 6a 및 도 6b와 관련하여 상기 언급된 방식으로 생성되거나 생성될 수 있는 펄스들에 대응하는 주파수의 형태로 결정된다.
- [0234] 또 다른 센서 전극(601')에 대한 센서 전극(601)의 단락 및/또는 센서 전극(601)과 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결 문제는 상기 측정 결과들(M)에 기초하여 분석되거나 확인되거나 테스트되거나 결정될 수 있다. 이 목적을 위해, 상기에서 이미 표시된 바와 같이, (관련) 측정 결과(M)는 타겟 값 또는 타겟 값 확산 또는 범위와 같은 사양과 비교될 수 있고, (특정) 결합은 상기 타겟으로부터의 편차의 경우 (자동으로) 식별될 수 있다. 식별된 결합의 유형 및 크기에 의존하여, 회로 배열(600)은 그 다음, 비활성화될 수 있다. 대안적으로 또는 게다가, 또 다른 유형의 결합 처리 예를 들면, 측정 결과들(M) 등을 정정함으로써 결합 정정이 가능할 수 있다.

- [0235] 독립적으로 또한 구현될 수 있는 본 발명의 또 다른 양태에서, 기준 전류(R)는 센서 전극(601)의 상이한 부분들(601D, 601E)의 각각에 바람직하게 연속적으로 주입된다. 이 경우에, 제 1 부분(601D)은 바람직하게 센서 전극(601)에 의해 형성된 인터디지털 구조체의 일부이고, 제 2 부분(601E)은 바람직하게 연결 라인 또는 배선(601C)의 영역, 즉 인터디지털 구조체와 제 1 회로 유닛(602) 사이의 연결부에서 제공된다.
- [0236] 상이한 부분들(601D, 601E)에 기준 전류(R)가 주입될 때 생성되거나 결정될 수 있는 측정 결과들(M)은 바람직하게 서로 비교된다. 상기 결과들이 (무의미하지 않게) 서로 벗어나면, 센서 전극(601) 내부의 접촉 문제점이 검출될 수 있다. 그에 따라, 결함 처리는 예를 들면, (이 경우에 테스트된) 회로 배열(600)을 비활성화함으로써 결함 식별의 경우 실행될 수 있다.
- [0237] 본 발명의 양태들은 서로 유리하게 조합될 수 있다. 따라서, 한편으로 (바람직하게 동일한) 기준 전류(R)가 센서 전극(601)의 상이한 부분들(601D, 601E)에 주입되고, 게다가 그러나 단지 선택적으로 부분들(601D, 601E) 둘 모두에 주입되며, (상이한 전류 세기들의) 상이한 기준 전류들(R)이 기준 전류원(621B)에 의해 생성되고 센서 전극(601)에 주입되도록 스위치들(625, 626 및 627, 628)을 서로 조합하고 및/또는 동기화하는 것이 가능하다. 이 경우에, 생성되고 전체적으로 결정될 수 있는 측정 결과들(M)은 기능적 테스트를 위해 뿐만 아니라, 단락 테스트를 위해 그리고 교정을 위해 이용될 수 있다. 따라서, 실행하기 용이한 단지 몇몇 테스트 측정들에 의해 측정 결과들(M)의 높은 정도의 기능적 신뢰성 및 신뢰성을 신속하게 성취하는 것이 가능하다.
- [0238] 회로 배열(600)은 바람직하게, 기준 전류원(621B)을 제어하기 위한 제어기(629)를 포함한다.
- [0239] 제어기(629)는 바람직하게, 전류들이 함께 부가되도록, 특히 스위치들(625, 626)에 의해 하나 이상의 전류원들(623, 624)을 활성화하거나, 비활성화하거나, 개별적으로 연결하거나 함께 조합하도록 설계된다.
- [0240] 도시된 예에서, 제어기(629)와 관련 스위치들(623, 624) 사이의 제어 연결은 파선으로 표시된다. 원칙적으로, 관련 전류원(623, 624)의 조정은 그러나, 또 다른 방식으로 예를 들면, 제어기(629)가 관련 전류원들(623, 624)에 대한 제어 신호 또는 제어 전류 또는 기준 전압을 변경함으로써 또한 성취될 수 있다.
- [0241] 대안적으로 또는 게다가, 제어기(629)는 기준 전류원(621B)이 센서 전극(601)의 제 1 부분(601D)에 또는 제 2 부분(601E)에 연결되거나 연결될 수 있도록 상기 기준 전류원을 제어하도록 설계된다.
- [0242] 도시된 예에서, 제어기(629)는 기준 전류(R)가 제 1 부분(601D)에 또는 제 2 부분(601E)에 주입되도록 스위치들(627, 628) 중 하나 이상을 제어한다. 이 목적을 위해, 파선으로 도 7에 표시된 바와 같이, 제어기(629)는 기준 전류(R)가 제 1 부분(601D)에 또는 제 2 부분(601E)에 주입되도록, 연결부가 확립되거나 끊어지도록 스위치들(627, 628)을 제어할 수 있다.
- [0243] 원칙적으로 또한, 기준 전류(R)가 2개의 부분들(601D, 601E)에 동시에 주입되는 것이 가능하다. 게다가, 스위치(627)가 관통 연결부에 의해 대체되고, 단지 스위치(628)가 제어되는 또 다른 대안이 가능하다. 기준 전류(R)가 단지 제 1 부분(601D)에 주입되는지 또는 또한 제 2 부분(601E)에 주입되는지의 여부에 의존하여 측정 결과들(M)이 벗어나면, 결함, 예를 들면, 접촉 문제점이 따라서 식별될 수 있다.
- [0244] 제어기(629)는 바람직하게, 제안된 방법이 실행되는 방식으로 전류원들(623, 624) 및/또는 스위치들(625, 626, 627, 628)을 제어하도록 설계된다.
- [0245] 또한, 제어기(629)는 측정 결과(M)를 수신하고 상기 결과를 사양 또는 타겟과 비교할 수 있다. 사양 또는 타겟은 제어기(629)가 기준 전류원(621B)을 제어하기 위해 사용하는 제어 명령들로부터 발생하거나 그들에 대응할 수 있다.
- [0246] 제어기(629)는 또한, 특히 교정 기능을 생성하기 위해 교정을 실행하도록 설계될 수 있다. 이것은 측정 결과들(M)을 각각의 센서 전류들(S)에 할당하거나 이러한 종류의 할당 또는 기능을 정정하는 기능일 수 있다.
- [0247] 본 발명의 상이한 양태들은 개별적으로 그리고 다양한 조합들로 구현될 수 있다. 제안된 테스트 방법(결함 식별, 특히 단락 또는 단선의 식별을 위해)은 따라서, 또한 교정과 별도로 수행할 수 있고 그 반대로 마찬가지로이다. 그러나, 이 경우에, 교정 및 기능적 테스트 둘 모두가, 특히 동일한 측정 결과들(M)에 기초하여 동시에, 그리고 단지 몇몇 방법 단계들 및 필요한 수단을 이용하여 상승적인 방식으로 실행될 수 있기 때문에 그들의 조합이 특히 바람직하다.
- [0248] 본 문서에는 다음 공보들이 인용된다.
- [0249] [1] Hintsche, R., Paeschke, M., Uhlig, A., Seitz, R. (1997) "Si 기술로 만들어진 전극들을 이용한 마이크

로바이오센서들", 바이오센서학의 선구자들, 기본 양태들, Scheller, F. W., Schubert, F., Fedrowitz, J. (eds.), 스위스, 비르크하우저 베를라그 바젤, 267 내지 283 페이지들

- [0250] [2] van Gerwen, P. et. al. (1997) "생화학 센서들을 위한 나노스케일 인터디지털화된 전극 어레이들", 고체 센서들 및 액추에이터들에 관한 IEEE 국제 회의, 1997년 6월 16부터 19일까지, 미국 시카고, 907 내지 910 페이지들
- [0251] [3] Paeschke, M., Dietrich, F., Uhlig, A., Hintsche, R. (1996) "실리콘 제작 마이크로전극 어레이들을 이용한 전압측정 다중채널 측정들", 전자분석, vol. 8, no. 10, 891 내지 898 페이지들
- [0252] [4] Uster, M., Loeliger, T., Guggenbuehl, W., Jaeckel, H. (1999) "매우 낮은(최소 1fA) 입력 전류들을 위한 통합기 및 증폭기로서 단일 트랜지스터를 이용하는 ADC 통합", 진보된 A/D 및 D/A 변환 기술들 및 그들의 애플리케이션들, 1999년 7월 27일부터 28일까지, 영국 스트라스클라이드 대학에서의 열린 학회, 학회 공보 no. 466, 86 내지 89 페이지들, IET
- [0253] [5] Breten, M., Lehmann, T., Braun, E. (2000) "전기화학 트랜스듀서들로부터의 피코암페어 전류들을 위한 데이터 변환기의 통합", ISCAS 2000, 회로들 및 시스템들에 관한 IEEE 국제 심포지엄, 2000년 5월 28일부터 31일까지, 스위스 제네바, 709 내지 712 페이지들
- [0254] [6] US 3,711,779
- [0255] [7] US 4,199,728
- [0256] [8] Thewes, R. et al. (2002) "CMOS에서 완전한 전자 DNA 검출을 위한 센서 어레이들", IEEE 국제 고체 회로 학회, 2002년 2월 3일부터 7일까지, 미국 샌프란시스코, 350 내지 473 페이지들

부호의 설명

- [0257] 100: 회로 배열
- 101: 센서 전극
- 102: 제 1 회로 유닛
- 103: 제 2 회로 유닛
- 104: 제 1 커패시터
- 105: 캡처 분자들
- 106: 검출될 분자
- 107: 효소 라벨
- 108: 전기적으로 하전된 입자
- 109: 제 1 제어 유닛
- 110: 제어가능한 옴 저항기
- 111: 제 2 제어 유닛
- 112: 펄스
- 113: 스위치
- 114: 전압원
- 200: 센서
- 201: 전극
- 202: 전극
- 203: 절연체 층

- 204: 전극 연결부
- 205: 전극 연결부
- 206: DNA 프로브 분자
- 207: 전해질/용액
- 208: DNA 가닥
- 300: 인터디지털 전극
- 400: 바이오센서
- 401: 제 1 전극
- 402: 제 2 전극
- 403: 절연체 층
- 404: 유지 영역(제 1 전극)
- 405: DNA 프로브 분자
- 406: 전해질/용액
- 407: DNA 가닥
- 408: 효소
- 409: 절단가능한 분자
- 410: 제 1 부분 분자
- 411: 화살표
- 412: 또 다른 용액
- 413: 산화된 제 1 부분 분자
- 414: 환원된 제 1 부분 분자
- 500: 다이어그램/그래프
- 501: 전류
- 502: 시간
- 503: 전류-시간 곡선 프로파일
- 504: 오프셋 전류
- 600: 회로 배열
- 600': 또 다른 회로 배열
- 601: 센서 전극
- 601A: 스트립 도체들
- 601B: 그룹 라인/배선
- 601C: 연결 라인/배선
- 601D: 제 1 부분
- 601E: 제 2 부분
- 601': 상대전극
- 601'A: 스트립 도체들

601'B: 그룹 라인/배선
601'C: 연결 라인/배선
602: 제 1 회로 유닛
603: 제 2 회로 유닛
604: 제 1 커패시터
605: 제 1 전압원
606: 카운팅 소자
607: 제 1 비교기 소자
608: 제 2 전압원
609: 트랜지스터
610: 제 2 비교기 소자
611: 제 3 전압원
612: 스위치
613: 펄스 생성기
620: 회로 배열
621: 교정 디바이스
621A: 기준 전류원
621B: 기준 전류원
622: 스위치
623: 전류원
624: 전류원
625: 스위치
626: 스위치
627: 스위치
628: 스위치
629: 제어기
F1: 파선
F2: 파선
K1: 파선
K2: 파선
M: 측정 결과
M0: 시작 측정 결과
M1: 제 1 측정 결과
M2: 제 2 측정 결과
M3: 제 3 측정 결과
R: 기준 전류

R0: 시작 기준 전류

R1: 제 1 기준 전류

R2: 제 2 기준 전류

R3: 제 3 기준 전류

S: 센서 전류

T: 시간

T0: 시작 시간

T1: 제 1 시점

T2: 제 2 시점

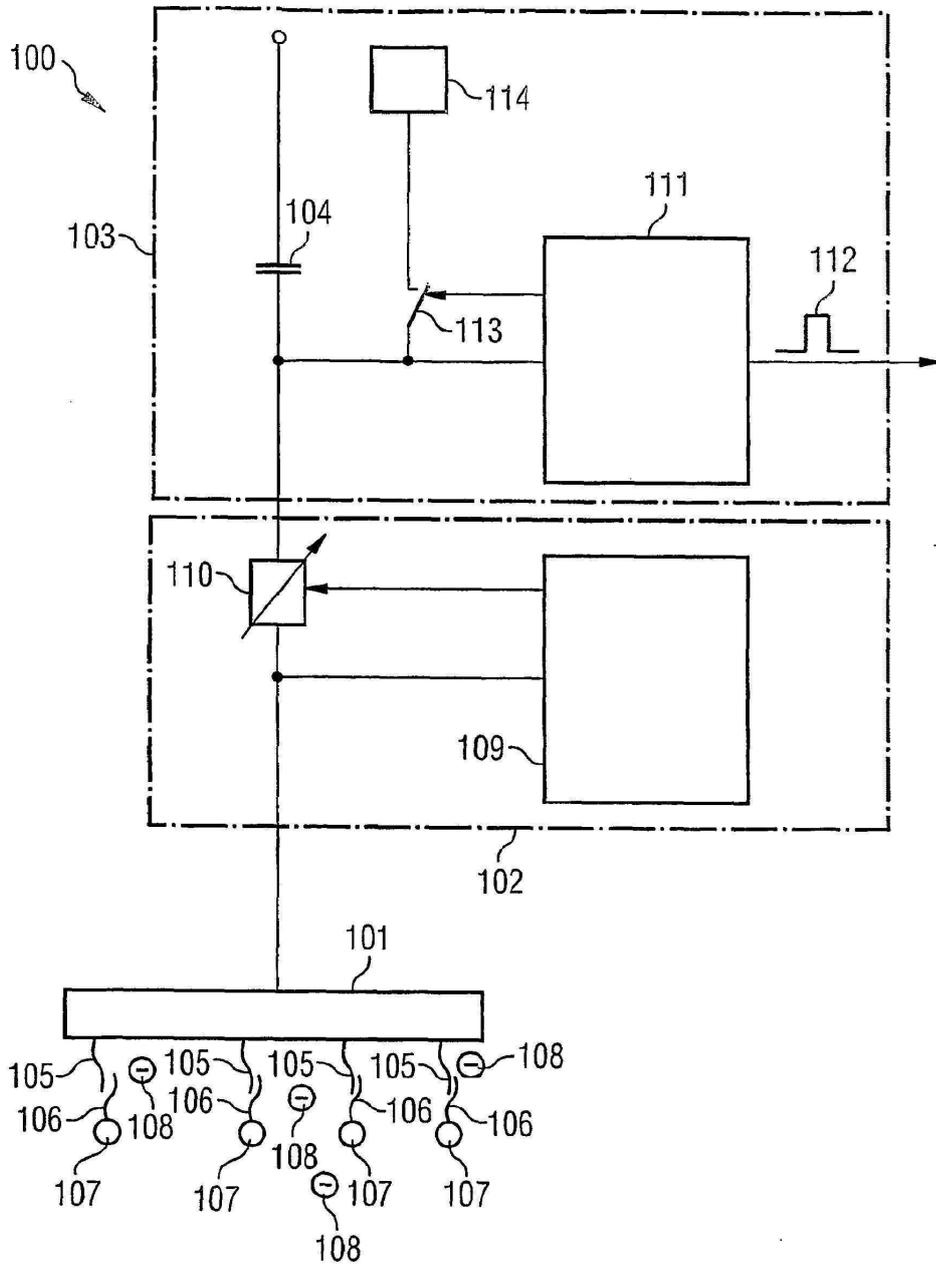
T3: 제 3 시점

U1: 단선

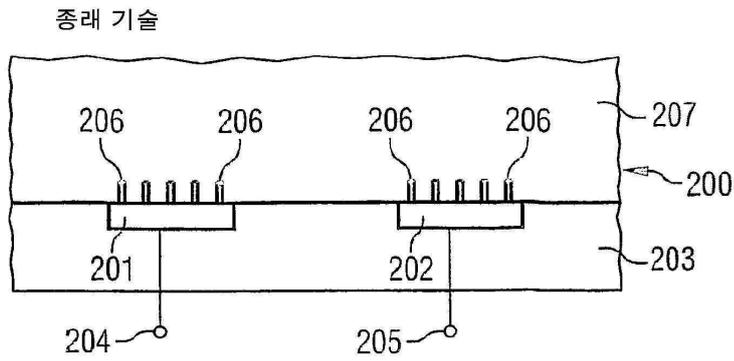
U2: 단선

도면

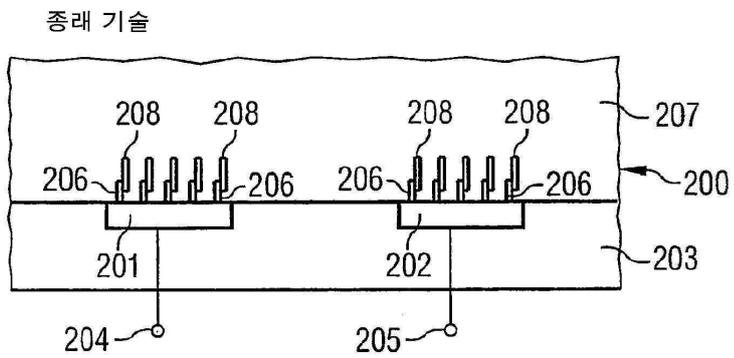
도면1



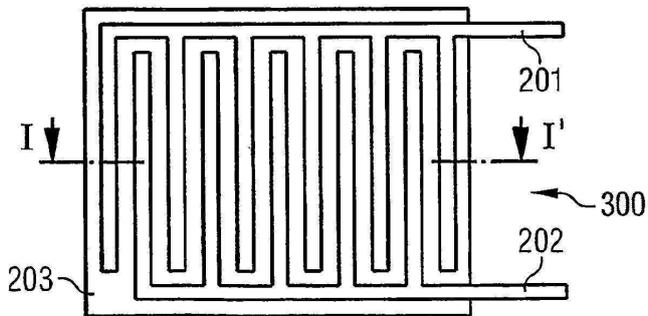
도면2a



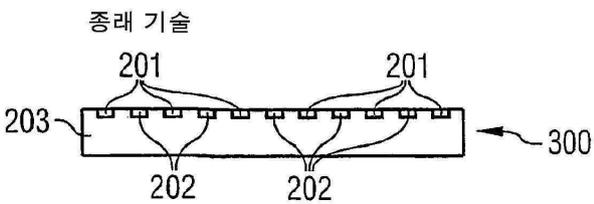
도면2b



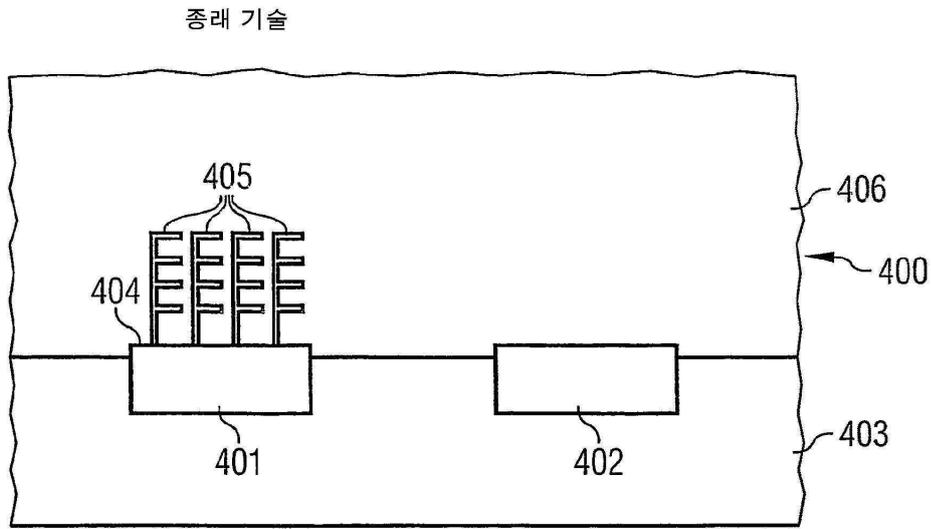
도면3a



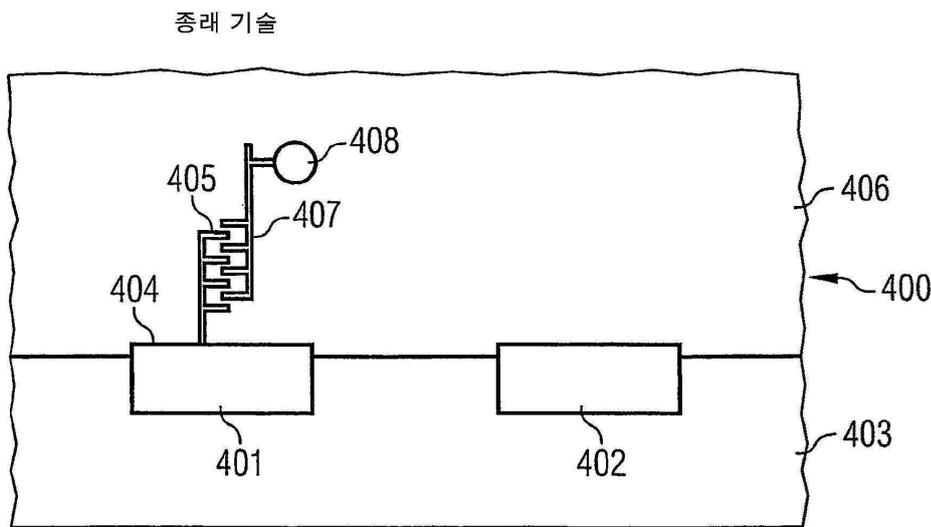
도면3b



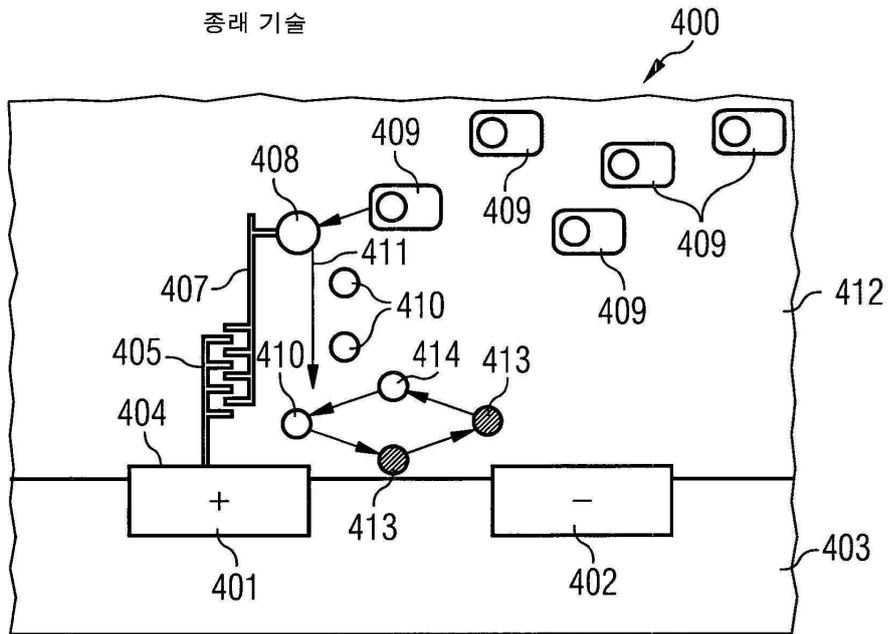
도면4a



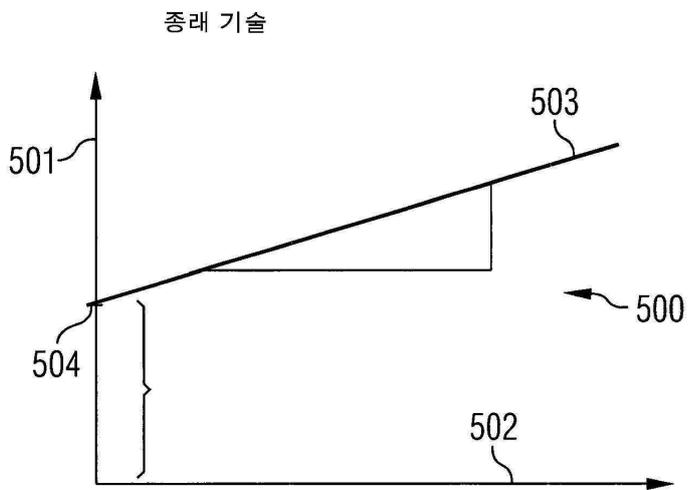
도면4b



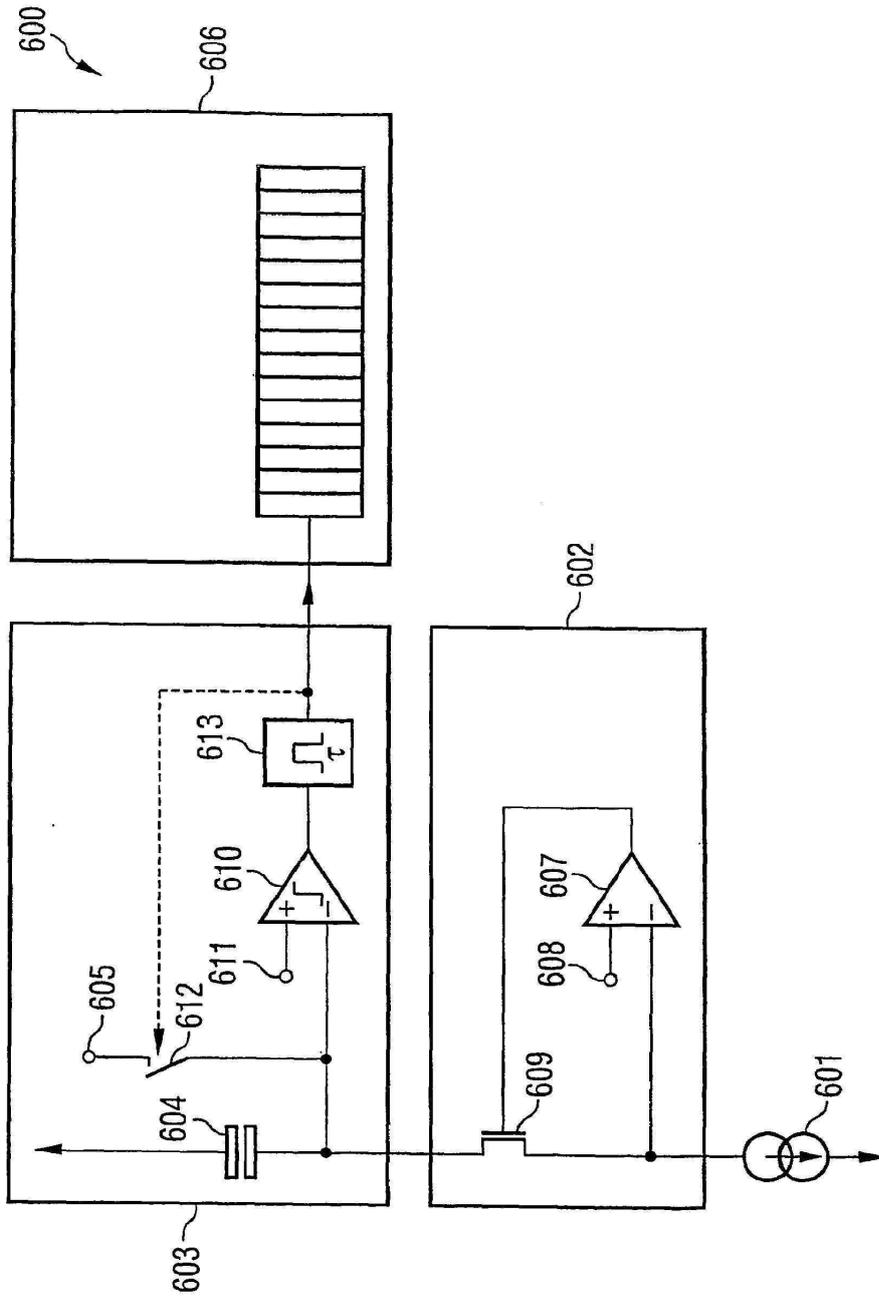
도면4c



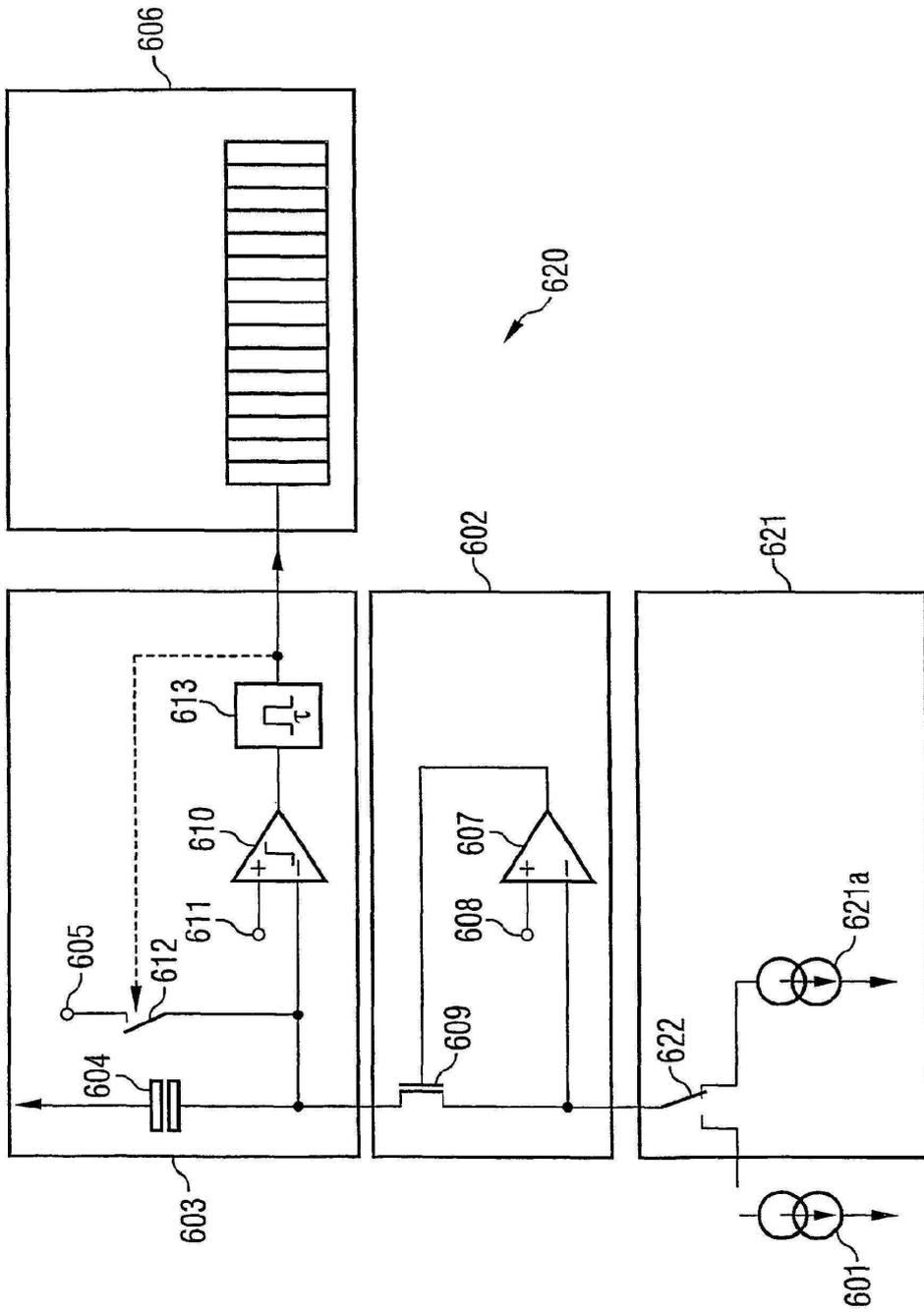
도면5



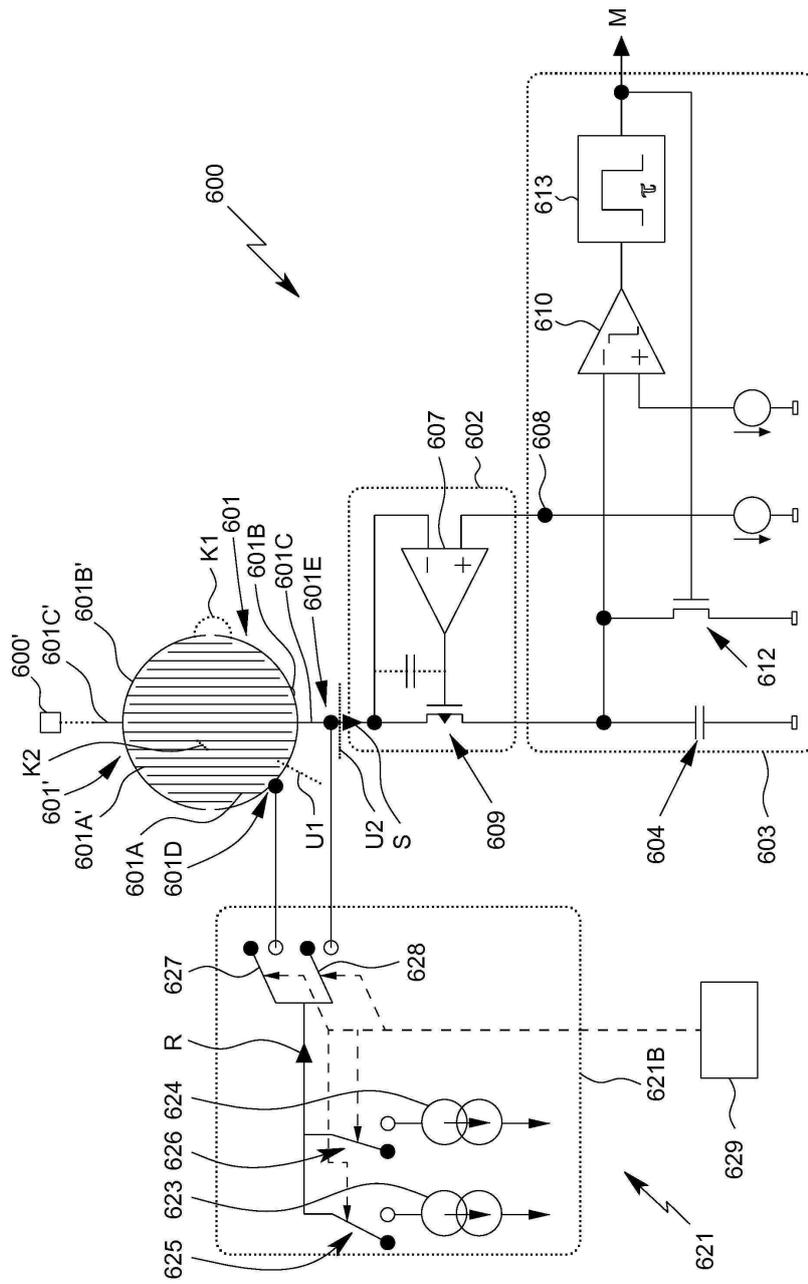
도면6a



도면6b



도면7



도면8

