

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <sup>6</sup>  
G01N 33/66

(45) 공고일자 2001년09월22일  
(11) 등록번호 10 - 0300960  
(24) 등록일자 2001년06월21일

(21) 출원번호 10 - 1998 - 0021969  
(22) 출원일자 1998년06월12일

(65) 공개번호 특1999 - 0029222  
(43) 공개일자 1999년04월26일

(30) 우선권주장 1019970045970 1997년09월05일 대한민국(KR)

(73) 특허권자 삼성전자 주식회사  
윤종용  
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416

(72) 발명자 아메로프 에라트 케이  
경기도 용인시 기흥읍 삼성종합기술원 기숙사 A동519호  
전계진  
서울특별시 구로구 구로5동 33 - 8 인성빌라 401호  
김연주  
서울특별시 강남구 개포2동 12번지 대치아파트 209동 201호  
윤길원  
경기도 성남시 분당구 구미동 신원아파트 302동 1101호

(74) 대리인 권석흠  
이영필  
이상용

심사관 : 민만호

(54) 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치

요약

본 발명은 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치에 관한 것으로, 광원으로 800 - 1850nm의 근적외선 영역의 특정 광을 발광하는 다색광원을 이용한다. 상기 광은 환부에서 역산란되거나 환부를 투과한다. 혈액이 함유된 조직과 혈관에서 역산란된 광은 혈중성분의 농도에 관한 정보를 갖고 있다. 피부 표면에서의 표면 반사를 피하고 역산란 배경의 변화와 관련된 영향을 최소화하기 위해 광이 적절하게 수광된다. 혈중성분의 농도는 제안된 알고리즘에 의해 선택된 파장에 근거하여 분광학적 분석에 의해 계산된다. 마이크로프로세서가 마이크로프로세서의 메모리에 저장된 측정곡선을 참고하여 소정 비율을 계산한 후 혈중성분의 농도를 결정하고 그 농도값을 디스플레이에 표시한다. 본 발명에 의한 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치는 임상목적이거나 가정내 테스트용으로 이용될 수 있다.

## 대표도

도 2

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은 물, 글루코스, 헤모글로빈, 콜레스테롤, 알부민, 알코올, 피부, 지방 및 근육의 800 - 1800nm 영역에서의 흡수 스펙트럼도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치를 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈 측정 방법을 도시한 흐름도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

- 1...근적외선 광원, 2...반사경,
- 3...집광렌즈, 4.1~4.3...지향부,
- 5.1~5.3...스펙트럼 선택부, 6.1~6.3...광검출기,
- 7.1~7.3...전치증폭기, 8.1~8.3...아날로그/디지털 변환기,
- 9...마이크로프로세서, 10...메모리,
- 11...디스플레이, 12...전원 공급부.

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 혈중성분 농도의 측정 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 근적외선 분광학에 근거하여 글루코스, 콜레스테롤, 알부민, 헤모글로빈 및 빌리루빈과 같은 혈중성분의 농도 및 알코올이나 약물과 같은 혈액중의 분석 샘플의 농도를 측정하기 위한 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치에 관한 것이다.

환자의 혈중성분의 농도를 즉석에서 분석하기 위한 기존의 장치들이 알려져 있다. 이 장치들은 손가락을 찔러서 채취한 소량의 혈액 샘플을 이용한 것으로 화학 처리된 캐리어에 놓고 휴대 가능한 장치에 삽입하여 혈중성분의 농도를 측정한다. 이렇게 손가락을 찔러서 채혈함으로써 혈중성분의 농도를 측정하는 방법은 고통스럽고 자주하는 경우에는 문제가 될 수 있다. 게다가, 이 장치의 가격은 그다지 비싸지 않더라도, 일회용품(시험막대, 란셋등)의 가격과 공공연한 출혈에 관련된 건강상의 위험이 뒤따르는 문제가 있다. 또한, 혈액샘플을 화학 처리된 캐리어에 장치하는 시간과 상기 캐리어를 기구에 삽입하는 시간간의 시간차이는 중요하며, 이는 혈중성분의 농도 측정에 있어 부정확성의 요인이 된다. 이에 수백만의 당뇨병환자들에 대한 혈당농도의 무혈측정 장치에 대한 요구가 전세계에 걸쳐서 광범위하게 일고 있다. 이들 중의 많은 이들이 하루에도 몇 번씩 혈당테스트를 해서 정확한 인슐린 조절 및 다이어트를 해야하는 사람들이다. 또한, 비침습적인 빌리루빈 측정 은 신생아의 황달을 측정하는 데 유용하고, 콜레스테롤 측정은 동맥 경화 환자에게 유용하다.

비침습적으로 혈중성분의 농도를 측정하기 위한 여러 가지 기법들이 시도되었다. 그 중 미국 특허 4,901,728 및 5,009,230은 포도당의 광학적 활성도를 이용하여 편광된 빛이 혈관부위를 통과할 때에 편광의 회전각을 측정한다. 측정의 정확도는 940 - 1000nm 영역에서 당에 의해 광의 흡수는 작고 인간의 신체에는 광활성을 갖는 기타 성분들(예를들어, 아미노산등)이 있으므로 혈당측정에 있어 제한을 받는다.

다른 기술로는 편광에 의한 눈의 체액에 있는 글루코스를 모니터링하기 위한 무혈식 센서 시스템(마아치 미국 특허 3,958,560)을 이용한 것이나 라만 분광법(타아르 등, 미국 특허 5,243,983) 등이 있다. 그러나, 이러한 기술은 환자의 눈에 장착해야 하므로 환자에게 상당한 불편을 가져올 수 있다. 보다 정확하고 덜 침해적인 시스템이 요구된다.

다른 분광학적 접근은 근적외선 흡수 혹은 반사 분광성에 근거한 것들이다. 상술한 몇 가지의 인공기술들은 흡수 또는 반사의 분광학을 이용하여 인체의 혈당농도를 측정하는 것들이다. 기본적인 원리는 몇 가지 파장의 광을, 혈액을 함유한 조직에 보낸 후, 조직을 통해 반사되거나 투과된 광세기를 측정하는 것이다. 광세기값으로부터 혈당농도를 계산하기 위해 잘 개발된 수학적 알고리즘을 이용할 수 있다. 피부조직의 광전달이 스펙트럼의 근적외선 영역의 파장에서 비교적 우수하기 때문에, 스펙트럼의 근적외선 영역은 무혈 혈중성분 농도 측정에 적합하다. 이러한 방식의 중요한 단점은, 조직내의 기타 성분들의 광흡수대가 글루코스의 흡수대와 겹쳐 있다는 것과, 조직내의 글루코스의 농도는 이 영역에서 상당한 흡수성을 갖는 물의 농도에 비해 낮은 것과, 매우 불균일한 조직구조 및 그에 상응하는 조직내의 글루코스의 분포 및 조직의 광산란성이 광흡수의 정량적인 측정에 미치는 영향등이 있다. 따라서, 적합한 측정 스펙트럼의 영역과 파장을 선택하는 것이 혈당농도 측정의 정확도를 위해 중요하다.

800 - 1850nm의 스펙트럼 영역이 혈당농도의 정량적 측정을 수행하는데 적절하다. 그 이유는 이 영역에서 물의 흡수선 1450nm이 단백질, 지방, 헤모글로빈, 옥시 - 헤모글로빈등의 다른 성분들의 흡수선과 심하게 중복되지 않고 동시에 1600nm 근처의 영역에서 별도의 글루코스 흡수선을 선택할 수 있기 때문이다.

이 영역에서의 성분들의 흡수도는 예를 들어, 미국 특허 5,028,787에 사용된 600 - 1100nm 영역보다 더 커서 결과적으로 보다 간단한 농도 계산 알고리즘을 이용하여, 요구되는 글루코스 측정의 정확도를 제공할 수 있다. 한편, 파장 선택과 해당되는 계산 알고리즘에 있어서, 혈중 성분의 농도에 의해 반사도가 많은 영향을 받지 않도록 기준 파장이 선정되었고 신호 파장은 반사도가 측정하고자 하는 혈중 성분의 농도에 따라 변하는 적외선 파장이 선택되었다. 그것들의 상응하는 전기신호비는 이 영역에서 흡수하는 혈액 및 조직 성분을 고려한 혈당농도의 정확한 측정에는 충분하지 않다. 혈액의 기타 성분 (글루코스 이외의 성분)의 농도가 변하면 혈당농도 측정을 위해 선택된 파장에서 반사도가 변할 수 있다는 가능성을 염두에 두는 것이 필요하다.

브레이그(미국 특허 5,313,941) 외에 어느 누구도 혈당판정을 위해 펄스화된 근적외선 광원의 장점을 강조한 사람은 없었다. 그러나 브레이그는 2 - 20  $\mu\text{m}$  영역에서 방사된 적외선 광의 광역펄스를 사용하여 환자의 심장주기의 수축 및 이완과 동기화했다. 동시에 예를 들어 제논(Xe) 플래시 램프와 같은 펄스화된 다색광원의 명백한 이점을 지적하는 것이 가능하다. 플래시 램프광원은 발광다이오드보다 높은 피크출력을 갖고, 기존의 레이저 다이오드와 비교해서 펄스화된 플래시 램프의 중요한 장점은 연속적인 스펙트럼이며 그 결과 필요한 어떠한 파장이라도 선택하는 것이 가능하고, 물론 레이저 다이오드만큼 비싸지도 않다는 것이다. 또한, 펄스화된 플래시 램프는 석영 - 할로젠 또는 텅스텐 - 할로젠 전구와 같은 다색광원보다 상당히 작다.

이는 펄스화된 플래시 램프를 근거로 하여 소형의 개인용 모니터를 개발할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 종류의 장치는 2개 파장 알고리즘을 사용하여 빌리루빈 농도를 측정하는 야마니쉬(미국 특허 4,267,844)에 개시되어 있다(하나

의 파장은 빌리루빈의 흡수에 대응하는 신호로서 선택되고, 다른 파장은 배경 흡수에 대응하는 기준 신호로서 선택된다). 또한, 무혈 콜레스테롤 측정 장치가 미국 특허 5,246,004에 개시되어 있다. 이 장치에서 근적외선 스펙트럼으로부터 선택된 복수파장의 광이 혈액에 조사되고 신호와 배경 기준 신호와의 비를 사용하는 상기 알고리즘이 사용된다.

근적외선 반사도 분광학의 생의학적 적용에 있어 중요한 단점중의 하나는 상술한 바와 같이 스펙트럼 기준선의 변화에 있다. 예를 들어, 피부상의 글루코스를 모니터링하는 데 주안점을 두고 있는 최근 연구에서 스펙트럼의 기준선 변화는 글루코스 흡수성과 관련된 스펙트럼 특성을 압도하는 것으로 알려졌다. 생체 조직의 산란 계수는 많은 제어 불가능한 인자들에 의존하는 바, 이는 세포조직사이의 물의 농도, 조직섬유의 밀도 및 세포조직의 형태 및 크기 등을 포함한다. 근적외선 반사도 분광학으로부터 재생 가능한 흡수 데이터를 얻기 위해서는 산란배경에서의 변화의 영향을 최소화해야 한다.

따라서, 신뢰할 만하고 정확한 결과를 제공하는 무혈식 혈중성분 농도 측정을 위한 방법 및 장치에 대해 대단히 많은 요구가 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는, 혈중성분 농도의 무혈측정을 위한 편리하고 신뢰성 있으며 정확한 혈중성분 농도의 무혈측정 방법을 제공하는 것이다.

본 발명이 이루고자하는 다른 기술적 과제는, 혈중성분 농도의 무혈측정을 위한 편리하고 신뢰성 있으며 정확한 혈중성분 농도의 무혈측정 장치를 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 혈중성분 농도의 무혈 측정 방법은, (a) 광원, 마이크로프로세서, 복수의 광검출기, 복수의 전치증폭기, 복수의 아날로그/디지털 변환기 및 디스플레이에 전원을 공급하는 단계; (b) 상기 광원을 이용하여 스펙트럼 영역 800 - 1850 nm의 근적외선을 발광하는 단계; (c) 상기 근적외선을 반사기와 집광 렌즈를 사용하여 집속한 후 피검대상의 피부에 조사하는 단계; (d) 혈액함유조직 및 혈관에서 역산란되거나 상기 혈액함유조직 및 혈관을 투과하는 혈중성분의 농도에 대한 정보를 갖고 있는 근적외선을 복수의 지향부를 사용하여 수광한 후 복수의 스펙트럼 선택부로 유도하는 단계; (e) 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 상기 근적외선으로부터 3개 파장 이상의 광을 선택하여 출력하는 단계; (f) 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 출력되는 3개 파장 이상의 광을 상기 복수의 광검출기를 사용하여 각각 아날로그 전기신호로 변환하는 단계; (g) 상기 아날로그 전기신호를 상기 복수의 전치증폭기를 사용하여 각각 증폭하는 단계; (h) 상기 증폭된 아날로그 전기신호를 상기 복수의 아날로그/디지털 변환기를 사용하여 각각 디지털 신호로 변환한 후 상기 마이크로프로세서로 전송하는 단계; (i) 식

$$D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / \sum_{i=1}^{n-2} (\log 1/T_{i+1}) - (n-2) \log 1/T_n, \quad n=3 \text{ 일 때 } D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 - \log 1/T_3), \quad n=4 \text{ 일 때 } D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 + \log 1/T_3 - 2 \log 1/T_4)$$
 로 표현된 비율(D)을 계산한 후 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하는 단계; 및 (j) 상기 마이크로프로세서에서 계산된 상기 혈중성분의 농도를 디스플레이에 표시하는 단계를 포함하며, 상기에서  $i=1, 2, 3, \dots, n, J_i, J_{i0}$  를 각각 제 i 파장에 대응되는 역산란광 또는 투과광 및 입사광의 세기라 할 때,  $T_i = J_i/J_{i0}$  인 것을 특징으로 한다.

상기 단계 (b)에서 800 - 1850 nm 영역에 있는 상기 근적외선이 피부를 통해서 상기 혈액함유조직과 혈관에 소정시간의 펄스기간동안 동시에 조사되는 것이 바람직하다.

또한, 상기 단계 (d)에서 상기 복수의 지향부는 피부 표면에서의 직접 반사를 피할 수 있고 역산란 배경 변화의 영향을 최소화하도록 적절한 방향과 간격을 두고 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 단계 (e)에서  $A_{iC}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, ..., 제  $n$  파장의 광의 측정 혈중성분에 대한 흡수도라 하고,  $A_{ij}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, ..., 제  $n$  파장의 광의 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대한 흡수도라 할 때,  $A_{2C}, \dots, A_{nC}$  는  $A_{1C}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대해서는 관계식  $A_{1j} - A_{2j} \approx \sum_{i=3}^n (A_{(i-1)j}) - (n-2)A_{nj}$ ,  $n=3$  일 때  $A_{1j} - A_{2j} \approx A_{3j} - A_{3j}$ ,  $n=4$  일 때  $A_{1j} - A_{2j} \approx A_{2j} + A_{3j} - 2A_{4j}$  을 만족하는  $n$ 개 파장의 광을 선택하여 출력하는 것이 바람직하다.

상기 다른 과제를 이루기 위하여 본 발명에 의한 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치는, 스펙트럼 영역 800-1850nm의 광을 발광하는 근적외선 광원; 상기 근적외선 광원에서 발생된 근적외선을 반사시키기 위한 반사기; 상기 근적외선을 채집 및 집속하여 피검대상의 피부로 조사하기 위한 집광부; 혈액함유조직 및 혈관에서 역산란되거나 상기 혈액함유조직 및 혈관을 투과하는 혈중성분의 농도에 대한 정보를 갖고 있는 근적외선을 수광하여 진행 방향을 변경시키기 위한 복수의 지향부; 혈중성분의 농도에 대한 정보를 갖고 있는 상기 근적외선으로부터 3개 파장 이상의 광을 선택하여 출력하기 위한 복수의 스펙트럼 선택부; 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 선택되어 출력된 각 광신호를 수신하여 아날로그 전기신호로 변환하기 위한 복수의 광검출기; 상기 복수의 광검출기에서 출력되는 각 아날로그 전기신호를 증폭하기 위한 복수의 전치증폭기; 상기 증폭된 아날로그 전기신호를 각각 디지털 신호로 변환시키기 위한 복수의 아날로그/디지털 변환기; 식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / [\sum_{i=3}^n (\log 1/T_{i-1}) - (n-2)\log 1/T_n]$ ,  $n=3$  일 때  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 - \log 1/T_3)$ ,  $n=4$  일 때  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 + \log 1/T_3 - 2\log 1/T_4)$  로 표현된 비율(D)을 계산하고 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하기 위한 마이크로프로세서; 상기 마이크로프로세서에서 계산된 상기 혈중성분의 농도를 표시하기 위한 디스플레이; 및 상기 광원, 상기 마이크로프로세서, 상기 복수의 광검출기, 상기 복수의 전치증폭기, 상기 복수의 아날로그/디지털 변환기 및 상기 디스플레이에 전원을 공급하기 위한 전원 공급부를 포함하며, 상기에서  $i=1, 2, 3, \dots, n, J_i, J_{i0}$  를 각각 제  $i$  파장에 대응되는 역산란광 또는 투과광 및 입사광의 세기라 할 때,  $T_i = J_i/J_{i0}$  인 것을 특징으로 한다.

상기 근적외선 광원은 피부를 통해서 상기 혈액함유조직과 혈관에 소정시간의 펄스기간동안 상기 근적외선을 동시에 조사할 수 있는 플래시 램프인 것이 바람직하다.

또한, 상기 근적외선 광원은 발광다이오드 또는 레이저 다이오드인 것이 바람직하다.

또한, 상기 복수의 지향부는 피부에서의 표면 반사를 피하고 역산란 배경 변화의 영향을 최소화하기 위해 적절한 방향과 간격을 둔 복수의 직각 프리즘을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 복수의 지향부는 복수의 광섬유다발을 구비하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 복수의 지향부 및 상기 복수의 스펙트럼 선택부는 복수의 분산 프리즘을 구비하는 것이 바람직하다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈 측정 방법 및 장치를 설명하기로 한다. 본 실시예에서는 3개 파장의 광을 사용하여 글루코스의 농도를 측정하는 것에 대해 설명하기로 한다.

본 실시예는 특히 근적외선 영역에 있는 광의 광역 스펙트럼을 발광하는 펄스화된 다색광원을 피검사대상에 조사하여 비침습적으로 혈당성분의 농도값을 정량화하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

피검사대상의 조직에 조사된 광은 조직을 통과하여 특히 글루코스 분자들이 상호 작용하는 혈관으로 침투한다. 아주 적은 분자량으로도 글루코스 분자는 침투되어 분산될 수 있으므로, 글루코스가 혈액에 집중되어 있을 뿐만 아니라 주변의 혈관조직에도 있다는 점에 유의해야 한다. 물론 상기 조직에서의 글루코스의 농도는 혈액내의 글루코스의 농도에 비례한다. 이러한 이유로 인해서 혈관 영역에서의 장치의 통과 채널을 국한할 필요는 없다. 혈액 및 혈액을 함유한 조직에 의해 역산란된 광은 글루코스 분자들의 특징적 흡수에 의해 감소되며 혈당농도에 관한 정보를 함유하게 된다.

본 발명에서는 근적외선 영역에서 흡수성을 갖는 혈액 및 혈액함유조직의 성분이 많이 있다는 점을 고려하여, 다중 파장의 정규화 비율 알고리즘을 제안한다. 이 중에서 중요한 것들에는 물, 헤모글로빈, 알부민, 콜레스테롤, 피부, 지방, 근육, 글루코스 등이 있다. 이들 성분에 대한 근적외선 영역의 광에 대한 흡수도 스펙트럼이 도 1에 도시되어 있다. 이 경우에 광의 전체 흡수도 A는 선택된 파장에 대한 성분들의 흡수도의 합, 즉,  $A_i = \sum_j A_{ij}$ , 여기서 i는 해당 파장의 인덱스, j는 혈중성분들(물, 헤모글로빈, 알부민, 콜레스테롤, 피부, 지방, 글루코스)의 인덱스를 나타낸다.

가장 단순한 예는 투과율의 경우이지만 물론 주된 원리는 반사의 경우에도 유효하다. n개의 파장에 대해 비율(D)을 다음 수학식 1과 같이 유도할 수 있다.

### 수학식 1

$$D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / [\sum_{i=3}^n (\log 1/T_{i-1}) - (n-2) \log 1/T_n] \\ = \sum_j (A_{1j} - A_{2j}) / \sum_j [\sum_{i=3}^n (A_{(i-1)j}) - (n-2) A_{nj}]$$

n이 3인 경우에 비율(D)은 수학식 2와 같다.

### 수학식 2

$$D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 - \log 1/T_3) \\ = \sum_j (A_{1j} - A_{2j}) / \sum_j (A_{2j} - A_{3j})$$

n이 4인 경우에 비율(D)은 수학식 3과 같다.

### 수학식 3

$$D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 + \log 1/T_3 - 2 \log 1/T_4) \\ = \sum_j (A_{1j} - A_{2j}) / \sum_j (A_{2j} - 2A_{3j} + A_{4j})$$

여기서, l을 혈액함유조직 및 혈관에서의 광경로길이라 하고,  $A_{ij}$ 를 파장 i에 대한 성분 j의 흡수도라고 할 때,  $T_i = \exp(-\sum_j A_{ij}l)$ 이다.

상기 수학식 1 내지 수학식 3은 최소개로 선택된 파장들을 제공하고, 동시에 다른 주요 혈중성분의 농도 변화의 영향에 의한 D값의 변화의 중대한 보상을 제공한다.

3개의 파장을 선택하는 것은 최소개의 수신 채널의 관점에서 볼 때 타당하며, 파장 선택의 요건으로서,

- $A_{1g}, A_{2g}, A_{3g}$ 에서  $A_{1g}$ 가 가장 크고,  $A_{2g}, A_{3g}$ 는  $A_{1g}$ 에 비해 무시할 수 있는 정도이며,
- 글루코스를 제외한 기타 성분에 대해서는 D값에 대한 주된 혈중성분(물)의 영향을 최소화하도록 관계식  $A_{1j} - A_{2j} - A_{3j}$ 가 만족되어야 한다.

그리고 4개의 파장을 선택하는 것은 D값에 대한 다른 주요 혈중성분의 농도에 변화가 생겼을 때, 이러한 변화의 영향에 대해 더 중대한 보상을 제공한다. 파장 선택의 요건으로서,

- a)  $A_{1g}, A_{2g}, A_{3g}, A_{4g}$  에서  $A_{1g}$  가 가장 크고,  $A_{2g}, A_{3g}, A_{4g}$  는  $A_{1g}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며,
- b) 글루코스를 제외한 기타 성분들에 대해서는 D값에 대한 주된 혈중성분(물, 헤모글로빈)의 영향을 최소화하도록 관계식  $A_{1j} - A_{2j} - A_{2j} + A_{3j} - 2A_{4j}$  가 만족되어야 한다.

n개의 파장을 선택하는 경우, 파장 선택의 요건으로서,

- a)  $A_{1g}, A_{2g}, A_{3g}, \dots, A_{ng}$  에서  $A_{1g}$  가 가장 크고,  $A_{2g}, A_{3g}, \dots, A_{ng}$  는  $A_{1g}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며,
- b) 글루코스를 제외한 기타 성분들에 대해서는 D값에 대한 주된 혈중성분(물, 헤모글로빈)의 영향을 최소화하도록 관계식  $A_{1j} - A_{2j} \approx \sum_{i=3}^n (A_{(i-1)j}) - (n-2)A_{nj}$  가 만족되어야 한다.

이러한 조건을 고려할 때 글루코스 농도  $C_g$ 를 수학적 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

#### 수학적 식 4

$$\begin{aligned} C_g &= K_0 + K_1 D \\ K_0 &= -\varepsilon_g^{-1} \sum_j (A_{1j} - A_{2j}) \\ K_1 &= \varepsilon_g^{-1} \left\{ \sum_j \left[ \sum_{i=3}^n A_{(i-1)j} - (n-2)A_{nj} \right] \right\} \end{aligned}$$

n이 3인 경우,  $K_1 = \varepsilon_g^{-1} \sum_j (A_{2j} - A_{3j})$  이고, n이 4인 경우,  $K_1 = \varepsilon_g^{-1} \sum_j (A_{2j} + A_{3j} - 2A_{4j})$  이다.

상기에서  $K_0$ 와  $K_1$ 은 각각 절편값 및 선기울기로서 이들은 보정의 과정에 의해 결정된다. 이 경우 합은 측정 성분을 포함하지 않는다. 더욱이, 실제로 상기 a) 및 b)의 파장 선택 요건이 동일한 효율을 가지고 모든 성분들에 대해 제공될 수는 없기 때문에, 때때로 각 성분들에 대응하는 최적 세트의 파장을 동시에 사용하여 다른 혈액성분들에 대해 3개 파장 또는 4개 파장 알고리즘을 적용하는 것이 바람직하다.

이 경우 다른 성분 세트 및 대응 방정식으로부터 얻은 데이터를 사용할 수 있기 때문에, 간섭을 보상할 수 있는 레벨은 더 높아질 것이다. 예를 들어, 콜레스테롤, 알부민, 헤모글로빈에 대해 다른 파장 세트를 선택하여 이들 농도를 결정하는 것은, 수학적 식 5와 같이 새로운 농도 데이터를 다음 대응 글루코스 파장 세트에 근거하여 글루코스 농도를 결정하는데 적용할 수 있을 것이다.

#### 수학적 식 5

$$\Delta D = \sum_j d_j \Delta x_j$$

여기서  $\Delta x_j = \Delta c_j / C_{jk}$  로서, 계산 과정에서 초기 농도  $C_{j0}$ 와 이로부터의 농도변화  $\Delta c_j$ 의 상대적인 비를 나타내며,  $d_j$ 는 각 농도변화에 대한 선기울기를 나타낸다. 근적외선 영역에서 흡수도를 갖는 모든 혈액성분들의 농도를 측정하기 위해 미지의 변수들( $\Delta x_j$ )의 수와 동일한 수의 방정식들(파장 세트들)을 제공하는 것이 가능할 것이고, 동시에 적절히 선택된 파장 알고리즘을 이용하여 몇몇 성분들이 고려대상으로부터 제외되는 것이 가능할 것이다.

상기 알고리즘에 따라 일예로 1625nm, 1364nm, 1200nm와 같은 3개의 근적외선이 글루코스 측정을 위해 사용될 수 있고, 1625nm, 1364nm, 1200nm 및 1300nm와 같은 4개의 근적외선이 글루코스 측정을 위해 사용될 수 있다. 또한, 수학식 5를 이용한 일례로 헤모글로빈 농도를 측정하기 위해 1164nm, 1225nm 및 1300nm의 파장을 갖는 근적외선을 사용하고, 상기 측정된 헤모글로빈의 농도를 가지고 1718nm, 1364nm, 1300nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선 및 1739nm, 1364nm, 1300nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선을 각각 사용하여 콜레스테롤 및 알부민 농도를 구하고, 최종적으로 상기 측정된 헤모글로빈, 콜레스테롤 및 알부민의 농도를 가지고 1625nm, 1364nm, 1225nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선을 사용하여 혈당농도를 측정할 수 있다.

도 2에 3개 파장의 광을 사용하여 글루코스의 농도를 측정하는 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈측정 장치의 개략적인 블록도를 도시하였고, 도 3에 측정 방법을 도시하였다.

도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈측정장치는, 스펙트럼 영역 800 - 1850nm의 광을 발광하는 근적외선 광원(1), 근적외선 광원(1)에서 발생된 근적외선을 반사시키기 위한 반사경(2), 근적외선을 모아서 집속하여 피검대상의 피부로 조사하기 위한 집광렌즈(3), 혈액함유조직 및 혈관에서 역산란되어 나온 혈당농도 정보를 갖고 있는 근적외선광을 수광하여 진행 방향을 변경시키기 위한 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3), 혈당농도에 관한 정보를 갖고 있는 상기 근적외선광으로부터 3개 파장의 광을 선택하여 출력하기 위한 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3), 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3)에서 출력된 각 광신호를 수신하여 아날로그 전기신호로 변환하기 위한 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3), 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3)에서 출력되는 각 아날로그 전기신호를 증폭하기 위한 제 1 내지 제 3 전치증폭기(7.1, 7.2, 7.3), 상기 증폭된 아날로그 전기신호를 각각 디지털 신호로 변환시키기 위한 제 1 내지 제 3 아날로그/디지털 변환기(8.1, 8.2, 8.3), 소정식으로 표현된 비율(D)을 계산하고 이를 메모리(10)에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈당농도를 계산하기 위한 마이크로프로세서(9), 마이크로프로세서(9)에서 계산된 혈당농도를 표시하기 위한 디스플레이(11) 및 근적외선 광원(1), 마이크로프로세서(9), 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3), 제 1 내지 제 3 전치증폭기(7.1, 7.2, 7.3), 제 1 내지 제 3 아날로그/디지털 변환기(8.1, 8.2, 8.3) 및 디스플레이(11)에 전원을 공급하기 위한 전원 공급부(12)를 구비하고 있다.

상기에서 근적외선 광원(1)은 다색광원으로서 근적외선 스펙트럼상의 광을 포함하는 광대역의 광을 발광할 수 있다. 전원은 안정화된 전원, 예를 들어, DC 전원 또는 배터리에 의해 제공될 수 있다. 전원 공급부(12)는 근적외선 광원(1), 마이크로프로세서(9), 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3), 제 1 내지 제 3 전치증폭기(7.1, 7.2, 7.3), 제 1 내지 제 3 아날로그/디지털 변환기(8.1, 8.2, 8.3) 및 디스플레이(11)에 전원을 공급하며 이들과 전기적으로 연결되어 있다.

상기 근적외선 광원(1)은 한 세트의 특수하게 선택되어 조율된 렌즈인 반사경(2) 및 집광 렌즈(3)와 광학적으로 연결 조절되어 광빔을 효과적으로 집속시킨다. 상기 근적외선 광원(1)으로부터의 광은 반사경(2)에서 반사되어 집광 렌즈(3)쪽을 향한다. 집광렌즈(3)는 광빔을 피검대상의 피부표면상에 집속시킨다. 인체의 어떠한 부분, 예를 들어, 손가락, 손목, 귀 등도 피검대상으로 이용될 수 있다. 혈액함유조직에서 역산란된 광은 각기 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3)에 의해 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택소자(5.1, 5.2, 5.3)로 전달된다. 동시에 피부표면에서 반사된 광은 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3)의 위치 및 방향에 의해 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택소자(5.1, 5.2, 5.3)를 향하지 않는다. 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3)로는 프리즘, 광섬유다발, 분산 프리즘 등이 이용될 수 있다. 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3) 및 초점 위치간의 거리( $d/2$ ,  $d$ 는 보통 2 - 5mm)는 피부 표면에서의 직접 반사를 피하기에 충분하며 동시에 역산란 배경 변화의 최소화를 위해 적합하게 설정되어야 한다. 세 개의 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3)는 근적외선 영역의 협대역 스펙트럼 광을 선택적으로 출력한다. 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3)에서 출력된 광은 근적외선 영역에서 민감한 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3)로 입력된다. 여기서 광검출기로서 게르마늄 광다이오드가 사용될 수 있다.

도 2 및 도 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 의한 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치의 동작을 상세히 설명하기로 한다.

단계 30에서 전원 공급부(12)가 각 부에 전원을 공급하면, 단계 32에서 근적외선 광원(1)이 근적외선을 발광한다. 단계 34에서는 반사경(2)에서 반사된 근적외선이 집광렌즈(3)에 의해 집속되어 피검대상의 피부로 조사된다. 단계 36에서는 혈액함유조직 및 혈관에서 역산란되어 나온 혈중성분의 농도, 본 실시예에서는 혈당 농도의 정보를 갖고 있는 근적외선이 제 1 내지 제 3 지향부(4.1, 4.2, 4.3)에 의해 수광되어 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3)로 전달된다.

단계 38에서는 제 1 내지 제 3 스펙트럼 선택부(5.1, 5.2, 5.3)에 의해 상기 근적외선으로부터 3개 파장의 광이 선택되어 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3)로 출력되며, 단계 40에서는 제 1 내지 제 3 광검출기(6.1, 6.2, 6.3)에 의해 입력된 광이 아날로그 전기신호로 변환된다. 단계 42에서는 아날로그 전기신호가 해당되는 광검출기와 전기적으로 연결된 제 1 내지 제 3 전치증폭기(7.1, 7.2, 7.3)에 의해 증폭된다. 단계 44에서는 제 1 내지 제 3 전치증폭기(7.1, 7.2, 7.3)에서 출력된 아날로그 신호가 제 1 내지 제 3 아날로그/디지털 변환기(8.1, 8.2, 8.3)에 의해 디지털 신호로 변환된다. 단계 46에서는 제 1 내지 제 3 아날로그/디지털 변환기(8.1, 8.2, 8.3)에서 출력된 데이터가 마이크로프로세서(9)로 입력되어, 마이크로프로세서(9)가 입력된 데이터를 수학적 식 1에 따라 디지털 신호의 비율(D)을 계산하고, 계산된 비율(D)을 메모리(10)에 저장되어 있는 측정 곡선과 비교하여 혈당농도를 계산한다. 한편, 상기 단계 46에서는 계량화학(케모메트릭) 분석에 의해 상기 혈중성분의 농도를 계산할 수도 있다. 단계 48에서는 계산된 혈당농도가 마이크로프로세서(9)와 연결된 디스플레이(11)에 표시된다.

상기에서 근적외선 광원(1)으로서 플래시 램프가 사용될 수 있으며, 발광다이오드나 레이저 다이오드와 같이 해당 파장의 광을 충분히 강렬하게 발생하는 어느 광원이라도 사용될 수 있다. 또한, 마이크로프로세서(9)로서는 아날로그/디지털 변환기와 메모리를 포함하고 있는 원칩 마이크로컴퓨터를 사용할 수도 있다.

본 실시예에서는 3개 파장을 사용하여 혈당 농도를 측정하는 예만을 설명하였지만, 본 발명은 이에 국한되지 않고 혈중성분의 농도를 측정하기 위해 4개 파장을 사용하거나 3개 또는 4개 파장의 조합을 사용하거나 n개의 파장을 사용하는 알고리즘을 적용할 수 있으며, 혈당 농도 뿐만 아니라 콜레스테롤, 알부민, 헤모글로빈 및 빌리루빈과 같은 다른 혈중성분의 농도 및 알코올이나 약물과 같은 혈액중의 분석 샘플의 농도도 측정할 수 있다.

## 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 의한 혈중성분 농도의 무혈측정 방법 및 장치는, 사용하기 용이하고 환자에게 최소비용이 드는 장점이 있고 가정에서 단시간 내에 테스트할 수 있는 이점이 있다. 또한, 본 발명은 잦은 채혈로 인한 환자의 고통이나 감염의 위험이 없다. 게다가, 본 발명에서는 생체조직내의 근적외선 반사도 측정의 정확도를 증가시키기 위해서 역산란 배경 변화의 영향을 최소화하고 피부표면에서 수신채널로의 반사를 피하기 위해 송신 및 수신 채널의 공간적 분리를 제안하고 있다. 역산란 배경 변화의 영향은 조사점에서 일정 거리, 보통 2 - 5mm 떨어져서 측정함으로써 최소화할 수 있다. 이것은 예를 들어 공간적으로 떨어진 섬유다발 또는 직각 프리즘을 이용하여 구현할 수 있다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

스펙트럼 영역 800 - 1850nm의 광을 발광하는 근적외선 광원;

상기 근적외선 광원에서 발생된 근적외선을 반사시키기 위한 반사기;

상기 근적외선을 채집 및 집속하여 피검대상의 피부로 조사하기 위한 집광부;

혈액함유조직 및 혈관에서 역산란되거나 상기 혈액함유조직 및 혈관을 투과하는 혈중성분의 농도에 대한 정보를 갖고 있는 근적외선을 수광하여 진행 방향을 변경시키기 위한 복수의 지향부;

혈중성분의 농도에 대한 정보를 갖고 있는 상기 근적외선으로부터 3개 파장 이상의 광을 선택하여 출력하기 위한 복수의 스펙트럼 선택부;

상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 선택되어 출력된 각 광신호를 수신하여 아날로그 전기신호로 변환하기 위한 복수의 광검출기;

상기 복수의 광검출기에서 출력되는 각 아날로그 전기신호를 증폭하기 위한 복수의 전치증폭기;

상기 증폭된 아날로그 전기신호를 각각 디지털 신호로 변환시키기 위한 복수의 아날로그/디지털 변환기;

식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / [ \sum_{i=3}^n (\log 1/T_{i-1}) - (n-2) \log 1/T_n ]$  로 표현된 비율(D)을 계산하고 이를 메모리에 저장된 측정 곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하기 위한 마이크로프로세서;

상기 마이크로프로세서에서 계산된 상기 혈중성분의 농도를 표시하기 위한 디스플레이; 및

상기 광원, 상기 마이크로프로세서, 상기 복수의 광검출기, 상기 복수의 전치증폭기, 상기 복수의 아날로그/디지털 변환기 및 상기 디스플레이에 전원을 공급하기 위한 전원 공급부를 포함하며,

상기에서  $i=1, 2, 3, \dots, n$ ,  $J_i, J_{i0}$  를 각각 제  $i$  파장에 대응되는 역산란광 또는 투과광 및 입사광의 세기라 할 때,  $T_i = J_i/J_{i0}$  인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

## 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로프로세서는 식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 - \log 1/T_3)$  로 표현된 비율(D)을 계산하고 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

## 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 마이크로프로세서는 식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 + \log 1/T_3 - 2 \log 1/T_4)$  로 표현된 비율(D)을 계산하고 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

## 청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 근적외선 광원은 피부를 통해서 상기 혈액함유조직과 혈관에 소정시간의 펄스기간동안 상기 근적외선을 동시에 조사할 수 있는 플래시 램프인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 근적외선 광원은 발광다이오드인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 근적외선 광원은 레이저 다이오드인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 지향부는 피부에서의 표면 반사를 피하고 역산란 배경 변화의 영향을 최소화하기 위해 적절한 방향과 간격을 둔 복수의 직각 프리즘을 구비하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 지향부는 복수의 광섬유다발을 구비하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 지향부 및 상기 복수의 스펙트럼 선택부는 복수의 분산 프리즘을 구비하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서  $A_{iC}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, ..., 제  $n$  파장의 광의 측정 혈중성분에 대한 흡수도라 하고,  $A_{ij}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, ..., 제  $n$  파장의 광의 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대한 흡수도라 할 때,  $A_{2C}, \dots, A_{nC}$  는  $A_{1C}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대해서는 관계식  $A_{1j} - A_{2j} \approx \sum_{i=3}^n (A_{(i-1)j}) - (n-2)A_{nj}$  을 만족하는  $n$  개 파장의 광을 선택하여 출력하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서는 상기 근적외선으로부터 3개 파장의 광을 선택하여 출력하고, 상기 복수의 광검출기에서는 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 출력되는 3개 파장의 광을 각각 아날로그 전기신호로 변환하며, 상기 마이크로프로세서에서는 식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 - \log 1/T_3)$  로 표현된 비율( $D$ )을 계산한 후 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하고, 상기에서  $i=1,2,3$ ,  $J_i$ ,  $J_{i0}$  를 각각 제  $i$  파장에 대응되는 역산란광 또는 투과광 및 입사광의 세기라 할 때,  $T_i = J_i/J_{i0}$  인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서  $A_{iC}$ ,  $i = 1, 2, 3$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, 제 3 파장의 광의 측정 혈중성분에 대한 흡수도라 하고,  $A_{ij}$ ,  $i = 1, 2, 3$  을 각각 제 1 파장, 제 2 파장, 제 3 파장의 광의 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대한 흡수도라 할 때,  $A_{2C}, A_{3C}$  는  $A_{1C}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대해서는 관계식  $A_{1j} - A_{2j} = A_{2j} - A_{3j}$  을 만족하는 3개 파장의 광을 선택하여 출력하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 측정 혈중성분이 혈당일 때, 상기 근적외선의 파장은 각각 1625nm, 1364nm 및 1200nm 인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 14.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서는 상기 근적외선으로부터 4개 파장의 광을 선택하여 출력하고, 상기 복수의 광검출기에서는 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서 출력되는 4개 파장의 광을 각각 아날로그 전기신호로 변환하며, 상기 마이크로프로세서에서는 식  $D = (\log 1/T_1 - \log 1/T_2) / (\log 1/T_2 + \log 1/T_3 - 2\log 1/T_4)$  로 표현된 비율(D)을 계산한 후 이를 메모리에 저장된 측정곡선과 비교하여 혈중성분의 농도를 계산하고, 상기에서  $i=1,2,3,4$ ,  $J_i$ ,  $J_{i0}$  를 각각 제 i 파장에 대응되는 역산란광 또는 투과광 및 입사광의 세기라 할 때,  $T_i = J_i/J_{i0}$  인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 15.

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 스펙트럼 선택부에서  $A_{iC}$ ,  $i=1, 2, 3, 4$ 를 각각 제 1 파장, 제 2 파장, 제 3 파장, 제 4 파장의 광의 측정 혈중성분에 대한 흡수도라 하고,  $A_{ij}$ ,  $i=1, 2, 3, 4$ 를 각각 제 1 파장, 제 2 파장, 제 3 파장, 제 4 파장의 광의 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대한 흡수도라 할 때,  $A_{2C}$ ,  $A_{3C}$ ,  $A_{4C}$  는  $A_{1C}$  에 비해 무시할 수 있는 정도이며 상기 측정 혈중성분을 제외한 다른 성분들에 대해서는 관계식  $A_{1j} - A_{2j} - A_{2j} + A_{3j} - 2A_{4j}$  을 만족하는 4개 파장의 광을 선택하여 출력하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 16.

제 15 항에 있어서, 혈당 측정시, 상기 근적외선의 파장은 각각 1625nm, 1364nm, 1200nm 및 1300nm 인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 17.

제 10 항에 있어서, 상기 혈중성분에 대한 최적 파장 세트에 대응되는 파장 세트를 사용하여 다른 혈중성분들의 농도를 측정하는 데 적용되고, 상기 측정된 모든 혈중성분의 농도는 최종적으로 측정하고자 하는 혈중성분의 농도를 더 정확하게 결정하는 데 적용되는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 18.

제 17 항에 있어서, 헤모글로빈 농도를 측정하기 위해 1164nm, 1225nm 및 1300nm의 파장을 갖는 근적외선이 사용되고, 상기 측정된 헤모글로빈의 농도를 가지고 1718nm, 1364nm, 1300nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선 및 1739nm, 1364nm, 1300nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선을 각각 사용하여 콜레스테롤 및 알부민 농도를 구하고, 최종적으로 상기 측정된 헤모글로빈, 콜레스테롤 및 알부민의 농도를 가지고 1625nm, 1364nm, 1225nm, 1164nm의 파장을 갖는 근적외선을 사용하여 혈당농도를 측정하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

### 청구항 19.

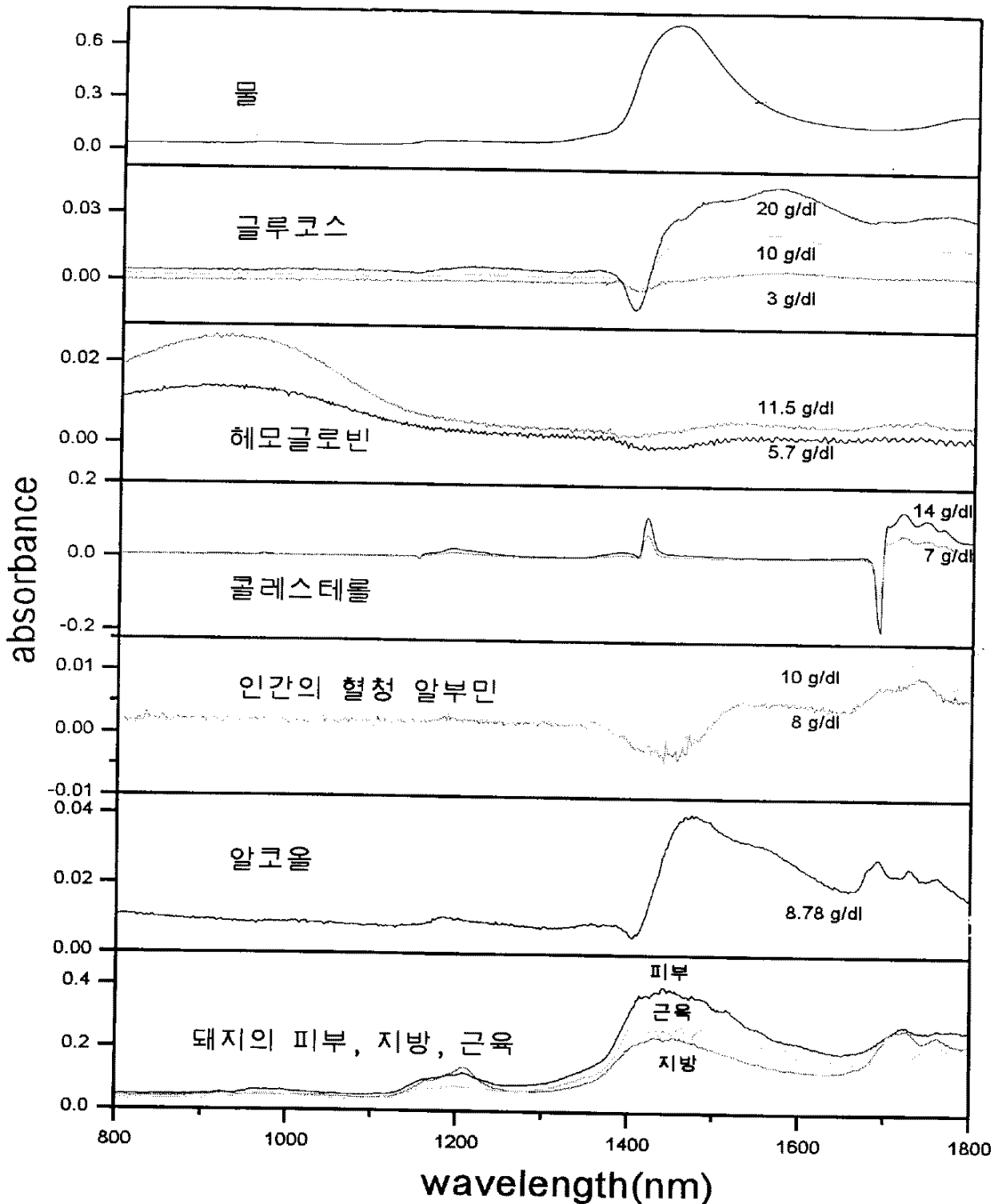
제 10 항에 있어서, 상기 마이크로프로세서에서는 계량화학 분석에 의해 상기 혈중성분의 농도를 계산하는 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

청구항 20.

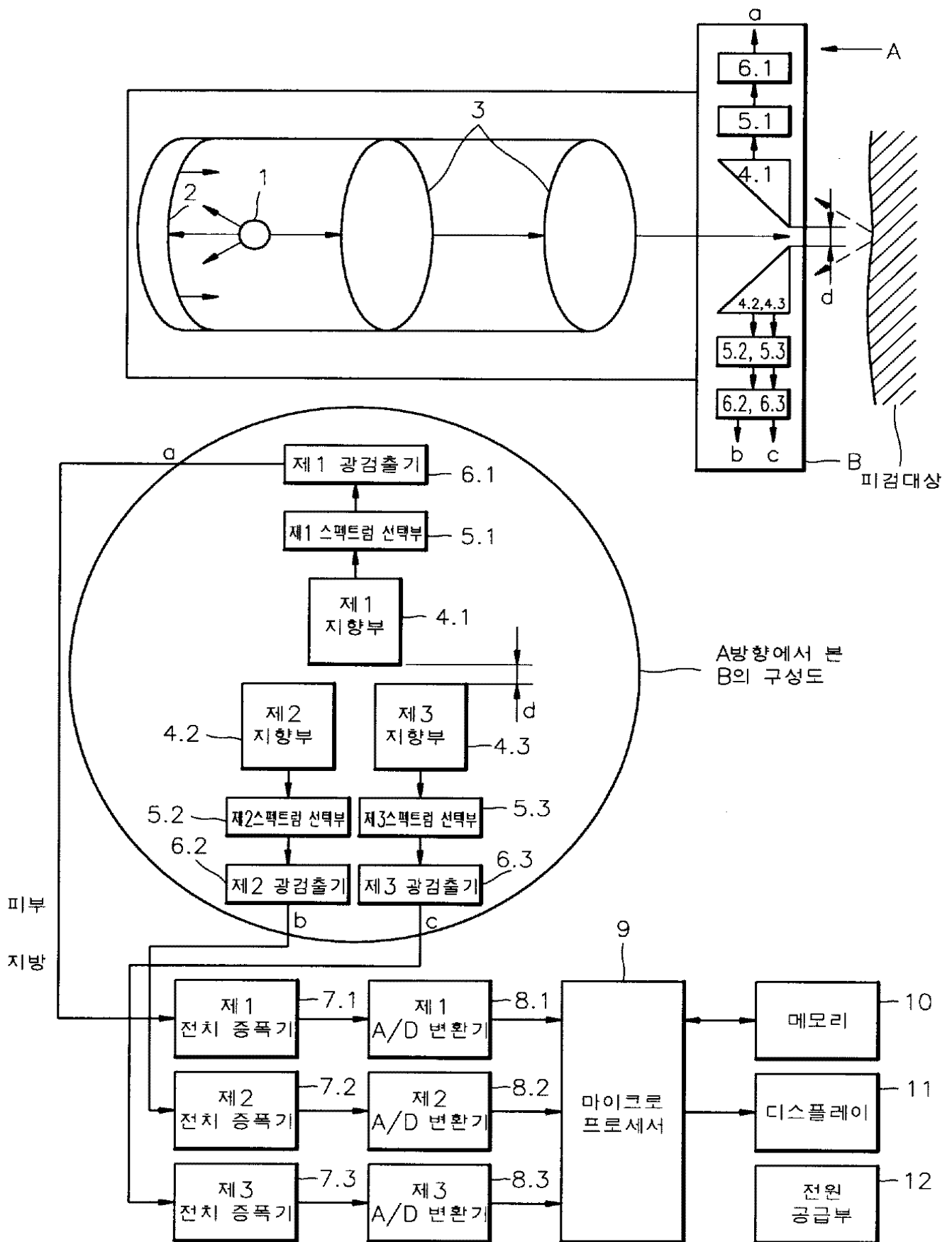
제 1 항 내지 제 19 항에 있어서, 상기 혈중성분 농도는 혈당, 콜레스테롤, 알부민과 같은 혈중성분 또는 알코올이나 약물과 같은 혈액중 분석샘플의 농도인 것을 특징으로 하는 혈중성분 농도의 무혈 측정 장치.

도면

도면 1



도면 2



도면 3

