



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월20일  
(11) 등록번호 10-1010174  
(24) 등록일자 2011년01월14일

(51) Int. Cl.  
G01N 21/33 (2006.01) G01N 33/483 (2006.01)  
A61K 8/00 (2006.01) A61Q 17/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7007406  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년10월17일  
심사청구일자 2010년04월05일  
(85) 번역문제출일자 2010년04월05일  
(65) 공개번호 10-2010-0057676  
(43) 공개일자 2010년05월31일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/068851  
(87) 국제공개번호 WO 2009/051222  
국제공개일자 2009년04월23일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2007-271743 2007년10월18일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2008111834 A  
JP2008096151 A  
전체 청구항 수 : 총 15 항

(73) 특허권자  
가부시키가이샤 시세이도  
일본 도쿄도 주오구 긴자 7초메 5반 5고  
(72) 발명자  
미우라 요시마사  
일본 카나가와현 요코하마시 츠즈끼구 하야부치  
2초메 2-1 가부시키가이샤 시세이도 리서치센터(  
신요코하마) 나이  
하타오 마사토  
일본 카나가와현 요코하마시 츠즈끼구 하야부치  
2초메 2-1 가부시키가이샤 시세이도 리서치센터(  
신요코하마) 나이  
(74) 대리인  
특허법인 원전

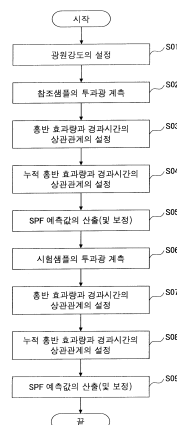
심사관 : 심재만

(54) 자외선 방어 효과의 평가방법, 평가장치 및 평가 프로그램이 기록된 기록매체

(57) 요약

측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가방법에 있어서, 미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계; 상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 흥반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 흥반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 갖는다.

대표도 - 도4



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가방법에 있어서,

미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계;

상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 상기 측정시료의 홍반 효과량을 1MED 당 홍반 효과량으로 나눔으로써 얻어지는 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및

상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 단계는,

임의의 시간 간격으로 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼을 측정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 단계는,

상기 측정시료에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 광열화에 의한 경시변화를 측정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하고, 나아가 미리 설정된 참조시료로부터 얻어지는 상기 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개의 데이터를 이용하여, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 보정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 참조시료로서 적어도 상기 제1 단계에서 이용되는 파장 영역에 있어서, 투과율이 50% 이상의 액상물을 상기 피부 대체막 위에 사용하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 참조시료로서 적어도 상기 제1 단계에서 이용되는 파장 영역에 있어서, 미리 인비트로 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 사용하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제3 단계는,

광원 단독 조건으로 광조사했을 때의 광원강도에 기초하여 1MED를 산출하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가방법.

#### 청구항 8

측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가장치에 있어서,

미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 경시변화 측정수단;

상기 경시변화 측정수단에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 상기 측정시료의 홍반 효과량을 1MED 당 홍반 효과량으로 나눔으로써 얻어지는 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 상관 관계 설정수단; 및

상기 상관 관계 설정수단에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 SPF 예측값 산출수단을 갖는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 경시변화 측정수단은,

임의의 시간 간격으로 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼을 측정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 경시변화 측정수단은,

상기 측정시료에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 광열화에 의한 경시변화를 측정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

#### 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 SPF 예측값 산출수단은,

상기 상관 관계 설정수단에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하고, 나아가 미리 설정된 참조시료로부터 얻어지는 상기 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개의 데이터를 이용하여, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 보정하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 SPF 예측값 산출수단은,

상기 참조시료로서, 적어도 상기 경시변화 측정수단으로 이용되는 파장 영역에 있어서, 투과율이 50% 이상의 액상물을 상기 피부 대체막 위에 사용하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 SPF 예측값 산출수단은,

상기 참조시료로서 적어도 상기 경시변화 측정수단으로 이용되는 파장 영역에 있어서, 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 사용하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 SPF 예측값 산출수단은,

광원 단독 조건으로 광조사했을 때의 광원강도에 기초하여 1MED를 산출하는 것을 특징으로 하는 자외선 방어 효과의 평가장치.

### 청구항 15

삭제

### 청구항 16

측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 있어서,

컴퓨터에,

미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계;

상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 상기 측정시료의 홍반 효과량을 1MED 당 홍반 효과량으로 나눔으로써 얻어지는 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및

상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 실행시키기 위한 자외선 방어 효과의 평가 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 자외선 방어 효과의 평가방법, 평가장치 및 평가 프로그램이 기록된 기록매체 관한 것으로, 특히 조사광에 의한 시료의 광열화(光劣化) 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현하기 위한 자외선 방어 효과의 평가방법, 평가장치 및 평가 프로그램이 기록된 기록매체에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 종래, 자외선에 의한 햇볕 그을림을 방지하기 위한 화장품(이른바 선풍제 제품)의 자외선 방어 효과를 나타내는 척도로서 SPF(Sun Protection Factor) 값이 이용되고 있다. 이 SPF 값은 자외선에 의한 햇볕 그을림으로부터 피부를 지키고, 햇볕 그을림을 방지하는 효과를 나타내는 지수이며, 선풍제 제품을 사용했을 경우에 희미하게 붉은 기를 일으키게 하기 위해 필요한 자외선량을, 선풍제 제품을 사용하지 않는 경우에 희미하게 붉은 기를 일으키게 하기 위해 필요한 자외선량으로 나눈 값으로 정의된다. 예를 들어, SPF 값이 10인 선풍제 화장품을 사용하면, 맨살로 햇볕에 그을리는 경우의 10배의 자외선을 받을 때에, 맨살과 같은 햇볕 그을림(홍반, 붉은 반점)이

발생한다는 의미이다.

- [0003] SPF 값의 측정에는 계절이나 장소에 의해 그 값이 달라질 가능성이 있는 태양광이 아니라, 태양광선에 매우 가까운 인공광(솔라 시뮬레이터)을 채용하고 있다. 측정법은 제품을 바르지 않은 피부와, 제품을 바른 피부에 각각 일정량의 자외선을 조사하고, 다음날 홍반을 일으켰는지 아닌지를 조사하는 것에 의한다.
- [0004] 상기 서술한 방법에 준거하여 측정한 SPF 값을 이용하면, 선케어 상품의 자외선 방어 효과의 용관적(容觀的)인 평가가 가능해진다. 그러나, 상기 서술한 방법은 다수의 특징의 피부타입의 피험자의 협력이 불가결하기 때문에, 매우 많은 비용과 시간을 필요로 한다. 따라서, 예를 들어 개발단계에 있는 제품의 자외선 방어 효과의 평가 등을 위하여, 인비트로(in vitro)로, 간편하게, 상기 서술한 방법으로 얻어진 인비보(in vivo) SPF 값과의 상관성이 높은 인비트로 SPF 예측값의 산출방법의 개발이 요망되어 왔다.
- [0005] 종래, 인비트로 측정에 의한 자외선 방어 효과의 평가방법으로서, 유기용매로 희석한 시료를 석영셀에 넣고, 그 자외선의 흡광도 또는 투과율을 측정하는 희석용액법과, 시료를 석영관상에서 균일한 두께의 필름막으로서 형성하고, 그 자외선의 흡광도 또는 투과율을 측정하는 박막법 등이 알려져 있다. 이와 같은 종래의 방법은, 자외선 흡수체의 흡수 극대 파장 및 방어 파장 영역 등의 특성을 파악하는 데에는 의의가 있지만, SPF 값을 예상할 수는 없었다. 그 이유는 이들의 자외선 방어 효과의 평가방법이, 인비보 SPF 값을 측정하는 방법과 크게 괴리가 있기 때문이었다. 또한, SPF 값이 나타내는 생체반응에는, 자외선의 파장 의존성이 있어, 홍반반응을 일으키기 쉬운 자외선 파장으로부터 홍반 반응을 일으키기 힘든 자외선 파장까지 있기 때문에, 생체에 대한 영향에 대해 파장마다 고려할 필요가 있다고 생각되었다.
- [0006] 상기 서술한 2개의 문제점에 대해, 비특허문헌 1에서는, 피부 대체막으로서의 의료용 테이프상에 시료를 도포하고, 시료의 분광 투과 스펙트럼을 측정하여, 이 측정결과를 디웨이 앤드 롱슨 식(Diffey & Robson식)에 의해 SPF 값을 연산했다. 이 디웨이 앤드 롱슨 식은, 인간의 생체 반응으로서의 홍반 반응의 파장 의존성에 대하여, 비특허문헌 2에 개시된 홍반계수(불어지기 쉬운 정도)를 이용함에 의해 대응했기 때문에, 상기 서술한 과제를 해결하는 것에 성공하고 있었다.
- [0007] 그러나, 인비보 SPF 값에는, 개체 차이, 부위 차이, 연령 차이, 성별 차이 및 피부타입의 차이 등의 온갖 요인이 있기 때문에, 홍반계수의 일례만에 의해, 정확하게 SPF 값을 예측하는 것은 실제로는 매우 곤란하다는 것이 문제였다.
- [0008] 그 때문에 홍반계수만을 채용하는 것이 아니라, 인비보 SPF 값이 이미 알려진 다수의 시료와 분광 투과 스펙트럼과의 관계로부터, 통계적으로 높은 상관성이 얻을 수 있는 연산식을 도출하여, 미지의 시료에 있어서도, 인비트로 SPF 값을 예측할 수 있는 평가방법이 제안되어 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조). 이 평가방법에 의해, 고정밀도로 인비트로 SPF 예측값을 얻을 수 있어, 개체 차이, 부위 차이, 연령 차이, 성별 차이 및 피부타입의 차이 등으로부터 발생하는 편차의 요인도 해결했다.
- [0009] [비특허문헌 1]: Journal of the Society of Cosmetic Chemists (1989) 40 : 33, 127-133
- [0010] [비특허문헌 2]: CIE Journal (1987) 6 : 1, 17-22
- [0011] [특허문헌 1]: 일본특허공보 제3337832호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 그러나, 상기 특허문헌 1에 개시된 자외선 방어 효과의 평가방법은, SPF 값 30정도까지는, 정밀도가 높은 예측이 가능하지만, SPF 값 30이상의 시료에 대해서는 정확한 예측을 실시할 수가 없다는 문제가 있었다. 최근에는, SPF 값 50이상의 제품이 주류이며, 향후 한층 더 높은 SPF 값을 갖는 제품(고SPF품)이 투입되는 것이 예상되기 때문에, 그러한 고SPF품을 평가하기 위한 수법이 필요하게 된다.
- [0013] 또한, 근래에는, 자외선 흡수체의 자외광에 의한 광열화 현상에 대해 많은 지견이 밝혀져 왔다. 따라서, 인비트로 SPF 예측값의 산출방법에 있어서도, 인비보 SPF 값의 측정조건과 같은 광조사 조건을 재현하는 것에 의한 SPF 값의 저하 상당분을 올바르게 건적하는 것이, 정확한 SPF 값의 예측에는 불가결하다고 생각된다.
- [0014] 본 발명은 상기의 점을 감안하여 이루어진 것으로서, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도, 인비보 SPF 값과 높은 상관성을 나타내는, 인비트로 측정에 의한 자외선 방어 효과

의 고정밀의 평가를 실현하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0015] 상기의 과제를 달성하기 위해서 본 발명에서는, 다음에서 기술하는 각 단계 및 각 수단을 강구한 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명은, 측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가방법에 있어서, 미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계; 상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 갖는 것을 특징으로 한다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제1 단계는, 임의의 시간 간격으로 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼을 측정하는 것이 바람직하다. 이로써, 시간 간격을 임의로 설정함으로써, 처리시간 등의 조정을 용이하게 실시할 수 있다. 따라서, 필요에 따라, 평가처리 시간 등을 단축할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제1 단계는, 상기 측정시료에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 광열화에 의한 경시변화를 측정하는 것이 바람직하다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하여 고정밀의 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 제3 단계는, 상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하고, 나아가 미리 설정된 참조시료로부터 얻어지는 상기 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개의 데이터를 이용하여, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 보정하는 것이 바람직하다. 이로써, 참조시료를 이용하여 얻어진 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 시료 도포량 가운데, 적어도 1개를 이용하여 보정함으로써, 인비보 SPF의 수치에 알맞는 고정밀의 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제3 단계는, 상기 참조시료로서 적어도 상기 제1 단계에서 이용되는 파장 영역에 있어서, 투과율이 50% 이상의 액상물을 상기 피부 대체막 위에 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 참조시료를 피부 대체막뿐만 아니라 측정시료의 경우의 블랭크로서 취급함으로써, 평가의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 제3 단계는, 상기 참조시료로서 적어도 상기 제1 단계에서 이용되는 파장 영역에 있어서, 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 참조시료로서 사용함으로써, 평가의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제3 단계는, 광원 단독 조건으로 광조사했을 때의 광원강도에 기초하여 1MED를 산출하는 것이 바람직하다. 이로써, 자외광에 의한 광열화 현상을 반영한 고정밀의 자외선 방어 효과의 평가를 실시할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은, 측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가장치에 있어서, 미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함하는 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 경시변화 측정수단, 상기 경시변화 측정수단에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 상관 관계 설정수단 및 상기 상관 관계 설정수단에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 SPF 예측값 산출수단을 갖는 것을 특징으로 한다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 경시변화 측정수단은, 임의의 시간 간격으로 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼을 측정하는 것이 바람직하다. 이로써, 시간 간격을 임의로 설정함으로써, 처리시간 등의 조정을 용이하게 실시할 수 있다. 따라서, 필요에 따라 평가 처리시간 등을 단축할 수 있다.



- [0025] 또한, 상기 경시변화 측정수단은, 상기 측정시료에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 광열화에 의한 경시변화를 측정하는 것이 바람직하다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하여 고정밀의 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 SPF 예측값 산출수단은, 상기 상관 관계 설정수단에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하고, 나아가 미리 설정된 참조시료로부터 얻어지는 상기 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원 강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개의 데이터를 이용하여, 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 보정하는 것이 바람직하다. 이로써, 참조시료를 이용하여 얻어진 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 시료 도포량 가운데, 적어도 1개를 이용하여 보정함으로써, 인비보 SPF의 수치에 알맞는 고정밀의 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 SPF 예측값 산출수단은, 상기 참조시료로서 적어도 상기 경시변화 측정수단으로 이용되는 파장 영역에 있어서, 투과율이 50% 이상의 액상물을 상기 피부 대체막 위에 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 참조시료를 피부 대체막뿐만 아니라 측정시료의 경우의 블랭크로서 취급함으로써, 평가의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 SPF 예측값 산출수단은, 상기 참조시료로서, 적어도 상기 경시변화 측정수단으로 이용되는 파장 영역에 있어서 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 샘플을 참조시료로서 사용함으로써, 평가의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 SPF 예측값 산출수단은, 광원 단독 조건으로 광조사했을 때의 광원강도에 기초하여 1MED를 산출하는 것을 특징으로 한다. 이로써, 자외광에 의한 광열화 현상을 반영한 고정밀의 자외선 방어 효과의 평가를 실시할 수 있다.
- [0030] 또한, 본 발명은, 측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가 프로그램에 있어서, 컴퓨터에, 미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계; 상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 실행시키는 평가 프로그램을 제공한다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현할 수 있다. 또한, 프로그램을 인스톨 (install)함으로써, 범용의 퍼스널 컴퓨터 등으로 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 용이하게 실현할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명은, 측정시료에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시하는 평가 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 있어서, 컴퓨터에, 미리 설정된 광조사 조건에 의한 자외선을 포함한 광원의 광조사에 의해, 소정의 파장 영역에 있어서의 상기 측정시료의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 소정의 파장 간격으로 측정하는 제1 단계; 상기 제1 단계에 의해 얻어지는 상기 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에 의해 얻어지는 상기 상관 관계로부터 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 상기 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하는 제3 단계를 실행시키기 위한 평가 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다. 이로써, 기록매체에 의해 다른 복수의 컴퓨터에 용이하게 자외선 방어 효과의 평가 프로그램을 인스톨할 수 있다. 또한, 프로그램을 인스톨함으로써, 범용 퍼스널 컴퓨터 등으로 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 용이하게 실현할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0032] 본 발명에 의하면, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도, 인비보 SPF 값과 높은 상관 관계를 나타내며, 인비트로 측정에 의한 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 실시 형태에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가장치의 개략 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 실시 형태에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가장치의 기능 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 있어서의 평가처리가 실현가능한 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가처리 순서의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5a는 참조 샘플의 투과광 계측의 측정결과(참조 샘플의 경시 스펙트럼)를 나타내는 도면이다.

도 5b는 참조 샘플에 있어서의 측정결과(참조 샘플의 경시 홍반 효과량)를 나타내는 도면이다.

도 5c는 참조 샘플에 있어서의 1분마다의 데이터로 환산한 경우의 홍반 효과량 및 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 5d는 참조 샘플에 있어서의 경시 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 6a는 시험샘플 A에 있어서의 측정결과(시험샘플 A의 경시 스펙트럼)를 나타내는 도면이다.

도 6b는 시험샘플 A에 있어서의 측정결과(시험샘플 A의 경시 홍반 효과량)를 나타내는 도면이다.

도 6c는 시험샘플 A에 있어서의 1분마다의 데이터로 환산한 경우의 홍반 효과량 및 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 6d는 시험샘플 A에 있어서의 경시 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 7a는 시험샘플 B에 있어서의 측정결과(시험샘플 B의 경시 스펙트럼)를 나타내는 도면이다.

도 7b는 시험샘플 B에 있어서의 측정결과(시험샘플 B의 경시 홍반 효과량)를 나타내는 도면이다.

도 7c는 시험샘플 B에 있어서의 1분마다의 데이터로 환산한 경우의 홍반 효과량 및 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 7d는 시험샘플 B에 있어서의 경시 누적 홍반 효과량을 나타내는 도면이다.

도 8은 인비트로 SPF 값 및 인비보 SPF 값의 상관 관계의 일례를 나타내는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가방법, 평가장치, 평가 프로그램 및 그 프로그램이 기록된 기록매체의 바람직한 실시형태에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

[0035] <평가장치 : 장치 구성예>

[0036] 도 1은 본 실시 형태에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가장치의 개략 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

[0037] 도 1에 나타내는 평가장치(10)는 시료(샘플)(1)(참조시료 또는 측정시료(시험시료))를 측정하기 위한 장치이며, 광원(11), 필터(12), 제1 광섬유(13), 조사포트(14), 시료설치용 기관(15), 적분구(16), 검출포트(17), 제2 광섬유(18), 분광기(19), 광검출기(20), 전산기(21)를 갖도록 구성되어 있다.

[0038] 광원(11)은 자외선, 가시광선 및 적외선을 포함한 백색광원인 크세논 램프를 사용하는 것이 바람직하지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 또한, 백색광원인 크세논 램프는 의사적인 태양광선으로서 사용할 수 있다.

[0039] 필터(12)는 광원(11)으로부터의 광의 진행방향 근방에 있고, 광원(11)으로부터 조사된 광선의 자외선 스펙트럼을 보정하는 필터이다.

[0040] 제1 광섬유(13)는 필터(12)로부터의 광의 진행방향 근방에 있고, 필터(12)를 투과한 광선을 조사포트(14)에 유도한다.

[0041] 조사포트(14)로부터 상기 서술한 광선이 조사되고, 조사포트(14)와 검출포트(17)는 소정의 간격으로 고정되어, 시료(1)가 탑재된 시료설치용 기관(15)이 조사포트(14)로부터 일정한 거리의 위치에 고정된다. 즉, 광이 진행하는 순서를 나타내면, 조사포트(14), 시료(1), 시료설치용 기관(15) 및 적분구(16)의 순서로 배치되어 있다.

[0042] 시료설치용 기관(15)은 시료(1)가 탑재되는 시료대이고, 예를 들어, 시료(1)의 외주나 그 일부를 고정하여 유지하는 구조를 갖는 것이 바람직하다.

[0043] 적분구(16)는 시료(1)를 투과한 광선을 수광하고, 광선을 집광하여, 공간적으로 적분하여 균일하게 한다. 또한,



적분구(16)는 생략하는 것이 가능하다.

- [0044] 검출포트(17)는 적분구(16)에 의해 균일하게 된 광선을 수광하고, 제2 광섬유(18)에 광선을 유도한다.
- [0045] 제2 광섬유(18)는 검출포트(17)로부터의 광의 진행방향 근방에 있고, 검출포트(17)에 의해 수광된 광선을 분광기(19)에 유도한다.
- [0046] 분광기(19)는 제2 광섬유(18)로부터의 광선을, 자외선 영역인 적어도 200 내지 400nm의 범위에 있어서 소정의 파장 간격으로 분광할 수 있는 분광수단이다.
- [0047] 또한, 소정의 파장 간격으로서, 예를 들어, 0.5nm, 1nm, 5nm 등이 있지만, 본 발명에 있어서는 특별히 한정되는 것은 아니다. 따라서, 이하의 설명에서는, 그 일례로서 1nm마다 측정하는 것으로 한다. 분광기(19)에 의해 분광된 자외선은 광검출기(20)에 조사된다.
- [0048] 분광기(19)는 자외선에 감도 특성이 조정되어 있고, 예를 들어, 200 내지 400nm의 자외선 영역에 감도 특성이 뛰어난 회절격자를 사용함에 의해, 고감도의 분광성능을 실현하고 있다. 구체적으로는, 시마즈 제작소가 제작한 오목면 회절격자(제품번호 10-015) 등을 사용할 수 있지만, 이것으로 한정되는 것은 아니다. 또한, 분광기(19)는 1대 또는 2대이어도 되지만, 2대가 바람직하다.
- [0049] 광검출기(20)는 분광기(19)에 의해 분광된 자외선을, 광센서에 의해 검출하고, 각각의 파장의 광선의 강도를 전류 또는 전압에 의한 신호로 변환한다. 이 전류 또는 전압에 의한 신호는 전기적 배선에 의해 접속되어 있는 전산기(21)에 송신된다.
- [0050] 최근의 미약한 광의 검출기술의 진전에 의해, 검출감도를 높인 광전자 증배관의 이용이 많아지고 있다. 종래의 포토 다이오드 어레이 및 CCD(Charge Coupled Device)에 비해, 검출감도가 높다는 것은 이론상으로도 분명하지만, 검출하는 광의 파장 영역에 따라 광전자 증배관의 광전면의 소재를 선정할 필요가 있다.
- [0051] 광 검출수단으로서의 광검출기(20)는 예를 들어, 200 내지 400nm의 자외선 영역에서 감도 특성이 뛰어난 광전자 증배관을 사용함에 의해, 고감도인 자외선 검출장치를 실현하고 있다. 구체적으로는, In, Ga, N, Al, O, 및 Cs 등의 원소로부터 선택되는 소재에 의한 광전면을 갖는 광전자 증배관을 사용할 수 있다.
- [0052] 또한, 상기 서술한 광검출기(20)에 대하여서는, 광전자 증배관을 사용하는 것 뿐만 아니라, In, Ga, N, Al 및 O 등으로 이루어지는 반도체 광검출기도 동일하게 광검출기(20)로서 사용할 수 있다.
- [0053] 전산기(21)는 광검출기(20)로부터 소정의 파장 간격(예를 들어, 1nm 등)마다 분광강도 등을 설정하고, 측정시료에 있어서의 최종적인 인비트로 SPF 예측값을 산출한다. 또한, 전산기(21)는 광원(11)의 온/오프를 제어한다. 또한, 전산기(21)는 광검출기(20)로부터의 데이터를 수신하고, 사용자가 알기쉬운 형태로 데이터를 처리하여, 결과를 화면에 표시하거나, 결과를 기록지에 기록하거나, 결과를 기억매체에 보존할 수 있도록 한다. 또한, 전산기(21)는 예를 들어, 범용의 퍼스널 컴퓨터 등을 사용하는 것이 가능하며, 입력수단 등에 의한 사용자로부터의 지시 등에 의해 상기 서술한 평가장치(10)에 있어서의 각 기능을 실행시킬 수 있다.
- [0054] <평가장치 : 기능 구성예>
- [0055] 다음으로, 평가장치(10)의 기능 구성예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.
- [0056] 도 2는 본 실시 형태에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가장치의 기능 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0057] 도 2에 나타내는 평가장치(10)는 입력수단(31), 출력수단(32), 축적수단(33), 경시변화 측정수단(34), 상관 관계 설정수단(35), SPF 예측값 산출수단(36), 제어수단(37)을 갖도록 구성된다.
- [0058] 입력수단(31)은 예를 들어, 전산기(21)에 설치되고, 사용자 등으로부터의 평가 개시 지시나, 측정결과를 출력수단(32)에 의해 출력시키는 등의 각종 데이터의 입력을 받아들인다. 또한, 입력수단(31)은 예를 들어, 키보드나 마우스 등의 포인팅 디바이스 등으로 이루어진다.
- [0059] 또한, 출력수단(32)은 예를 들어, 전산기(21)에 설치되고, 입력수단(31)에 의해 입력된 내용이나, 입력내용에 기초하여 실행된 내용 등의 표시·출력을 실시한다. 또한, 출력수단(32)은 디스플레이나 스피커 등으로 이루어진다. 더욱이, 출력수단(32)으로서 프린터 등의 기능을 가지고 있어도 되고, 그 경우에는, 간단한 측정결과나 산출결과 등을 종이 등의 인쇄매체에 인쇄하여 사용자 등에 제공할 수도 있다.
- [0060] 또한, 축적수단(33)은 예를 들어, 전산기(21)에 설치되고, 경시변화 측정수단(34)에 의한 측정결과, 상관 관계 설정수단(35)에 의한 설정내용 및 SPF 예측값 산출수단(36)에 의한 산출결과 등의 각종 데이터를 축적한다. 또

한, 측정수단(33)은 필요에 따라 측정되어 있는 각종 데이터를 읽어낼 수가 있다.

- [0061] 또한, 경시변화 측정수단(34)은 예를 들어, 광검출기(20) 등에 의해, 예를 들어, 290 내지 400nm의 자외선을 포함한 광원에 의해, 시료(1)(참조시료 또는 측정시료(시험시료))의 분광 투과 스펙트럼을 소정의 파장 간격(예를 들어, 1nm)마다 측정한다. 또한, 경시변화 측정수단(34)은 미리 설정된 광조사 시간에 의한 광조사에 의해 시료(1)의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화를 측정한다.
- [0062] 또한, 경시변화 측정수단(34)은 임의의 시간 간격으로 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼을 측정함으로써, 처리시간 등의 조정을 용이하게 실시할 수 있다. 따라서, 필요에 따라 평가 처리시간 등을 단축할 수 있다. 또한, 경시변화 측정수단(34)은 시료(1)에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 광열화에 의한 경시변화를 측정한다. 이로써, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영한 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다.
- [0063] 또한, 상관 관계 설정수단(35)은 전산기(21)의 기능으로서 경시변화 측정수단(34)에 의해 얻어지는 시료(1)에 있어서의 분광 투과 스펙트럼의 경시변화에 근거하여, 광조사 시간과 소정 시간 단위의 홍반 효과량과의 상관 관계를 설정한다.
- [0064] 구체적으로는, 상관 관계 설정수단(35)은 경시변화 측정결과에 기초하여, 분광 투과 스펙트럼의 시간변화에 근거하는 홍반 효과량(경시 홍반 효과량)의 상관 관계를 설정한다. 또한, 상관 관계는, 후술하는 상관 관계식 등에 의해 설정할 수 있다.
- [0065] 또한, 상관 관계 설정수단(35)에 있어서의 홍반 효과량은, 파장마다의 투과광강도에 미리 설정되는 홍반계수(붙여지기 쉬움)를 곱해 산출한다. 이로써, 고정밀도로 홍반 효과량을 산출할 수 있다. 또한, 홍반계수로서는, 예를 들어, 비특허문헌 2에 기재한 CIE의 문헌값을 채용할 수 있지만, 본 발명에 있어서는 이것으로 한정되는 것이 아니고, 유사한 문헌값 등을 채용할 수 있다.
- [0066] SPF 예측값 산출수단(36)은 전산기(21)의 기능으로서 상관 관계 설정수단(35)에 의해 설정된 상관 관계에 기초하여 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 시료(1)에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출한다. 여기서, 1MED란, 인비로 SPF 값의 측정현장에 있어서, 피험자의 피험부위에 있어서의 최소 홍반량을 야기하는데 필요한 자외선 광량의 경우이다.
- [0067] 또한, SPF 예측값 산출수단(36)은 미리 설정된 시료로부터 얻어지는 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개의 데이터를 이용하여, 시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 보정할 수 있다.
- [0068] 구체적으로는, SPF 예측값 산출수단(36)은, 먼저 미리 설정되는 참조시료를 이용하여, 상기 서술한 경시변화 측정수단(34) 및 상관 관계 설정수단(35)에 있어서의 처리를 실시하고, 상관 관계 설정수단(35)에 의해 설정된 상관 관계에 기초하여 시간적분한 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출한다. 또한, 산출된 인비트로 SPF 예측값은, 사용한 광원강도, 피부 대체막에 도포된 참조시료의 도포량 등의 데이터와 함께 측정수단(33)에 측정하여 두어도 된다.
- [0069] 다음으로, SPF 예측값 산출수단(36)은 측정시료를 이용하여, 상기 서술한 처리에 의해 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 산출하고, 산출한 예측값에 대하여, 상기 서술한 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 시료 도포량 등 가운데 적어도 1개를 이용하여 측정시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값의 보정을 실시한다.
- [0070] 이로써, 인비로 SPF의 수치에 알맞는 고정밀도의 인비트로 SPF 예측값을 산출할 수 있다. 또한, 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 시료 도포량 등을 이용하여 다른 참조시료에 있어서의 인비트로 SPF 예측값을 취득할 때에도, 상기 서술한 데이터를 이용하여 예측값을 보정해도 된다.
- [0071] 더욱이, 제어수단(37)은 전산기(21)의 기능으로서 평가장치(10)의 각 구성부 전체의 제어를 실시한다. 구체적으로는, 예를 들어, 사용자 등에 의한 입력수단 (31)으로부터의 지시 등에 기초하여, 분광 투과 스펙트럼의 경시변화의 측정이나, 상관 관계의 설정, 인비트로 SPF 예측값의 산출, 보정 등의 제어를 실시한다. 또한, 제어수단(37)은 전산기(21)에 의한 광원(11)의 온/오프의 제어를 실시한다.
- [0072] <평가장치(10): 하드웨어 구성>
- [0073] 여기서, 상기 서술한 자외선 방어 효과의 평가장치(10)에 있어서는, 각 기능을 컴퓨터에 실행시킬 수 있는 실행 프로그램(평가 프로그램)을 생성하고, 전산기 (21)로서 예를 들어, 범용의 퍼스널 컴퓨터, 서버 등에 그 실행

프로그램을 인스톨함으로써, 본 발명에 있어서의 평가처리 등을 실현할 수 있다.

- [0074] 여기서, 본 발명에 있어서의 평가처리가 실현가능한 컴퓨터의 하드웨어 구성예에 대하여 도면을 이용하여 설명한다. 도 3은, 본 발명에 있어서의 평가처리가 실현가능한 하드웨어 구성의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0075] 도 3에 있어서의 컴퓨터 본체에는, 입력장치(41), 출력장치(42), 드라이브 장치(43), 보조기억장치(44), 메모리장치(45), 각종 제어를 실시하는 CPU(Central Processing Unit)(46), 네트워크 접속장치(47)를 갖도록 구성되어 있고, 이들은 시스템 버스(B)로 상호 접속되어 있다.
- [0076] 입력장치(41)는 사용자 등이 조작하는 키보드 및 마우스 등의 포인팅 디바이스를 가지고 있고, 사용자 등으로부터의 프로그램의 실행 등의 각종 조작신호를 입력한다. 출력장치(42)는 본 발명에 있어서의 처리를 실시하기 위한 컴퓨터 본체를 조작하는데 필요한 각종 윈도우나 데이터 등을 표시하는 디스플레이를 갖고, CPU (46)가 갖는 제어 프로그램에 의해 프로그램의 실행 경과나 결과 등을 표시할 수 있다.
- [0077] 여기서, 본 발명에 있어서 컴퓨터 본체에 인스톨되는 실행 프로그램은, 예를 들어, USB(Universal Serial Bus) 메모리나 CD-ROM 등의 가반형(可搬型) 기록매체 (48) 등에 의해 제공된다. 프로그램을 기록한 기록매체(48)는 드라이브장치(43)에 세팅 가능하고, 기록매체(48)에 포함되는 실행 프로그램이 기록매체(48)로부터 드라이브장치(43)를 개재하여 보조기억장치(44)에 인스톨된다.
- [0078] 보조기억장치(44)는 하드디스크 등의 스토리지 수단이며, 본 발명에 있어서의 실행 프로그램이나, 컴퓨터에 형성된 제어 프로그램 등을 축적하여 필요에 따라 입출력을 실시할 수 있다.
- [0079] 메모리장치(45)는 CPU(46)에 의해 보조기억장치(44)로부터 읽혀진 실행 프로그램 등을 격납한다. 또한, 메모리장치(45)는 ROM(Read Only Memory)이나 RAM (Random Access Memory) 등으로 이루어진다.
- [0080] CPU(46)는 OS(Operating System) 등의 제어 프로그램 및 메모리장치(45)에 격납되어 있는 실행 프로그램에 기초하여, 각종 연산이나 각 하드웨어 구성부와의 데이터의 입출력 등, 컴퓨터 전체의 처리를 제어하여, 자외선 방어 효과의 평가 등에 있어서의 각 처리를 실현할 수 있다. 프로그램의 실행중에 필요한 각종 정보 등은 보조기억장치(44)로부터 취득할 수 있고, 또한 실행결과 등을 격납할 수도 있다.
- [0081] 네트워크 접속장치(47)는 통신 네트워크 등과 접속함으로써, 실행 프로그램을 통신 네트워크에 접속되어 있는 다른 단말기 등으로부터 취득하거나, 프로그램을 실행함에 의해 얻어진 실행결과 또는 본 발명에 있어서의 실행 프로그램 자체를 다른 단말기 등에 제공할 수 있다.
- [0082] 상기 서술한 바와 같은 하드웨어 구성에 의해, 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가처리를 실현할 수 있다. 또한, 프로그램을 인스톨함으로써, 범용의 퍼스널 컴퓨터 등으로 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가처리를 용이하게 실현할 수가 있다.
- [0083] <자외선 방어 효과의 평가처리 순서>
- [0084] 다음으로, 본 실시 형태에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가처리 순서에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0085] 도 4는 본 발명에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가처리 순서의 일례를 나타내는 도면이다.
- [0086] 도 4에 나타내는 평가처리에서는, 먼저 광원강도의 설정을 실시한다(S01). 또한, 광원강도의 설정에서는, 구체적으로는, 솔라 시뮬레이터(의사 태양광원)의 광량을 시판되는 라디오미터(SolarLight사 제작, 제품번호 3D-600이나 PMA-2100 등)를 이용하여 조정한다. 또한, 광량으로서는, 예를 들어, 인비보 SPF 측정의 현장에 준하여, 약 0.5~15MED/Min의 범위가 바람직하고, 더욱 바람직하게는 1~5MED/Min의 범위가 된다.
- [0087] 다음으로, 참조 샘플(참조 시료)의 투과광 계측을 실시한다(S02). 또한, 계측시의 구체적인 구성으로서는, 예를 들어, 피부 대체막 등에 참조 샘플이 도포되어 있다. 여기서, 피부 대체막으로서는, 시판의 PMMA(Polymethyl methacrylate) 판 (예를 들어, 50mm×50mm) 등을 사용할 수 있지만, 본 발명에 있어서는 이것으로 한정되는 것은 아니다. 더욱이, PMMA판의 표면에는 표면조도(Sa값)가 1~10 $\mu$ m 정도가 되도록 샌드블라스트 등의 가공이 실시되는 것이 바람직하다.
- [0088] 이것을 이용하여, 참조 샘플(글리세린)을 예를 들어, 0.75mg/cm<sup>2</sup>가 되도록 무게를 달고, 그 후, 예를 들어, 손가락 혹은 손가락 끝무를 낀 손가락으로 PMMA판의 면내가 균일하게 되도록 1분정도를 들어 도포한다(도포에 관한 참고문헌: 비특허문헌 「METHOD FOR THE IN VITRO DETERMINATION OF UVA PROTECTION PROVIDED BY SUNSCREEN PRODUCTS (COLIPA IN VITRO UVA 측정방법)」 등 참조). 또한, 손가락 등을 사용하지 않고, 피부 대체막에 샘플을

도포하기 위한 도포장치를 이용하여도 된다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 샘플의 도포량은 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0089] 또한, 도포하는 참조 샘플은, 피부 대체막 뿐만 아니라 측정시료의 경우의 블랭크로서 취급하기 때문에, 적어도 290~400nm의 파장 영역에 있어서의 투과율이 50% 이상의 액상물을 피부 대체막 위에 도포하는 것이 바람직하다. 또한 도포 후, 측정을 실시하기까지는 소정의 건조시간(예를 들어, 약 15분 정도)을 마련하는 것이 바람직하다.

[0090] 또한, 참조 샘플로서는, 소위 블랭크 측정으로서 피부 대체막의 자외선 방어 효과를 예측하기 위하여, 글리세린 등의 액상물 등을 도포하여 사용하는 경우도 있지만, 인비보 SPF 측정에 준하여, 표준 샘플(수치가 결정되어 있어, 매회 같은 값이 얻어지는 표준 샘플)로서 SPF4나 SPF15의 샘플을 이용하여도 된다. 즉, 적어도 투과광 계측을 실시하는 소정의 파장 영역에 있어서, 미리 인비보 SPF 값이 이미 알려진 임의의 샘플을 참조 샘플로서 이용하여도 된다. 이로써, 평가의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0091] 또한, 상기 서술한 구성에 의한 단계 S02에 있어서의 샘플의 투과광 계측의 구체예에 대하여서는 후술한다.

[0092] 다음으로, S02의 처리에 의해 얻어진 투과광 계측결과에 기초하여, 얻어진 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼(경시 스펙트럼)마다, 그 시간에 있어서의 홍반 효과량으로의 변환을 실시하고, 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계의 설정을 실시한다(S03). 구체적으로는, 예를 들어, 복수의 경시 스펙트럼으로부터 얻어지는 홍반 효과량과 경과시간의 관계로부터 상관 관계식 등의 상관 관계를 설정한다.

[0093] 다음으로, S03의 처리에서 설정된 상관 관계식 등의 상관 관계에 기초하여, 소정 시간마다의 홍반 효과량을 산출하고, 산출결과로부터 누적 홍반 효과량과 경과 시간과의 상관 관계의 설정을 실시한다(S04). 또한, S03, S04에 있어서의 상관 관계의 설정내용에 대하여서는 후술한다.

[0094] 또한, 상기 서술한 S04에서 얻어진 누적 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계로부터 참조 샘플에 있어서의 SPF 예측값의 산출을 실시한다(S05). 또한, S05의 처리에서는, 산출된 참조 샘플에 있어서의 SPF 예측값에 대하여, 이전에 측정한 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개를 이용하여 보정을 실시해도 된다. S05에 있어서의 구체예에 대하여서는 후술한다.

[0095] 다음으로, 피부 대체막에 시험 샘플(측정 샘플)을 도포하고, 시험 샘플의 투과광 계측을 실시한다(S06). 또한, 구체적으로는, 상기 서술한 참조 샘플과 마찬가지로 피부 대체막에 시험 샘플이 도포되어 있다.

[0096] 이것을 이용하여, 예를 들어, 상기 서술한 참조 샘플과 동등한 0.75 mg/cm<sup>2</sup>가 되도록 시험샘플을 무게를 달고, 그 후, 예를 들어, 손가락 혹은 손가락 끝무를 낀 손가락으로 PMMA판의 면내가 균일하게 되도록 1분 정도를 들여 도포한다. 한편, 손가락 등을 사용하지 않고 피부 대체막에 샘플을 도포하기 위한 도포장치를 이용하여도 된다. 또한, 도포 후, 측정을 실시하기까지는 소정의 건조시간(예를 들어, 약 15분 정도)을 마련하는 것이 바람직하다. 또한, S06에 있어서의 샘플의 투과광 계측의 구체예에 대하여서는 후술한다. 또한, 시험 샘플의 도포량은 0.75mg/cm<sup>2</sup>에 한정되지 않고, 예를 들어, 측정장치의 검출 감도의 범위내에서 증량해도 상관없다.

[0097] 다음으로, S06의 처리에 의해 얻어진 투과광 계측결과에 기초하여, 얻어진 경시변화에 있어서의 분광 투과 스펙트럼(경시 스펙트럼)마다, 그 시간에 있어서의 홍반 효과량으로의 변환을 실시하고, 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계의 설정을 실시한다(S07). 구체적으로는, 예를 들어, 상기 서술한 S03의 처리와 마찬가지로 복수의 경시 스펙트럼으로부터 얻어지는 홍반 효과량과 경과시간의 관계로부터 상관 관계식 등의 상관 관계를 설정한다.

[0098] 다음으로, S07의 처리에서 설정된 상관 관계식 등의 상관 관계에 기초하여, 소정 시간 마다의 홍반 효과량을 산출하고, 산출결과로부터 누적 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계의 설정을 실시한다(S08). 또한, S07, S08에 있어서의 상관 관계의 설정내용에 대하여는 후술한다.

[0099] 또한, 상기 서술한 S08에서 얻어진 누적 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계로부터 시험샘플에 있어서의 SPF 예측값의 산출을 실시한다(S09). 또한, S09의 처리에서는, 상관 관계로부터 시간적분한 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간에 의해 인비트로 SPF 예측값을 산출한다.

[0100] 또한, S09의 처리에서는, S05의 처리에 의해 얻어지는 인비트로 SPF 예측값, 광원강도 및 피부 대체막에 도포된 시료 도포량 가운데, 적어도 1개를 이용하여 시험샘플에 있어서의 SPF 예측값의 보정을 실시해도 된다. S09에 있어서의 구체예에 대하여서는 후술한다.



- [0101] 다음으로, 상기 서술한 S02~S09까지의 처리에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0102] 도 5a~도 5d는 S02~S05의 처리에 있어서의 참조 샘플의 각 측정결과와 일례를 나타내는 도면이다. 또한, 도 6a~도 6d는 S06~S09에 있어서의 제1 시험샘플 (시험샘플 A)의 측정결과와 일례를 나타내는 도면이다. 또한, 도 7a~도 7d는 S06~S09에 있어서의 제2 시험샘플(시험샘플 B)의 측정결과와 일례를 나타내는 도면이다. 즉, 도 5a~도 5d에 나타내는 참조 샘플과, 도 6a~도 6d 및 도 7a~도 7d에 나타내는 2개의 시험샘플(A, B)에 있어서의 측정결과를 나타내고 있다.
- [0103] 또한, 도 5a~도 7d에 나타내는 측정에 있어서는, 광원강도를 1MED/Min로 하고, 피부 대체막을 PMMA판으로 하고, 일례로서 샘플 도포량을 0.75mg/cm<sup>2</sup>로 하고, 측정 시간 간격을 1.5분으로 하고 있다. 더욱이, 참조 샘플은 일례로서 글리세린을 이용하고 있다.
- [0104] <샘플의 투과광 계측의 구체예(S02, S06)>
- [0105] 다음으로, 상기 서술한 S02, S06에 있어서의 각 샘플의 투과광 계측의 구체예에 대하여 설명한다. 본 실시 형태에서는 참조 샘플, 시험 샘플 모두 290~400nm의 사이를 파장 간격 1nm로 실시하고, 계속 광조사의 조건으로 동일 샘플, 동일 부분의 임의의 시간 간격에 있어서의 스펙트럼의 시간변화를 임의의 횟수로 측정한다.
- [0106] 또한, S02에 있어서의 참조 샘플의 투과광 계측의 측정결과(참조 샘플의 경시 스펙트럼)는 도 5a에 나타내는 바와 같이 된다. 또한, S06에 있어서의 시험샘플 A에 있어서의 측정결과(시험샘플 A의 경시 스펙트럼)는 도 6a에 나타내는 바와 같이 되고, 시험샘플 B에 있어서의 측정결과(시험샘플 B의 경시 스펙트럼)는 도 7a에 나타내는 바와 같이 된다. 또한, 도 5a, 도 6a 및 도 7a에 있어서, 세로축은 투과광량(상대값)을 나타내고, 가로축은 파장(nm)을 나타내고 있다.
- [0107] <상관 관계의 설정내용(S03, S04, S07, S08)>
- [0108] 다음으로, S03, S04, S07 및 S08의 각 처리에 있어서의 상관 관계의 설정내용에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0109] 먼저, S03 및 S07에 있어서의 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계에 있어서는, 예를 들어, 이하에 나타내는 식(1) 등의 상관 관계식에 기초하여 홍반 효과량을 산출한다.
- [0110] [식 1]
- $$\text{홍반 효과량} = \frac{\int_{290}^{400} E(\lambda) I_s(\lambda) d\lambda}{\int_{290}^{400} E(\lambda) I(\lambda) d\lambda / D} \quad \dots(1)$$
- [0111]
- [0112] 또한, 상기 서술한 식(1)에 있어서, E(λ)는 홍반반응의 액션스펙트럼 (Erythema action spectrum (CIE-1987))을 나타내고, I<sub>s</sub>(λ)는 샘플시료의 광원강도(Spectral irradiance of the sample layer)를 나타내고, I(λ)는 각 파장에 있어서의 투과광량(Spectral irradiance of the UV source)을 나타내고, dλ는 파장 간격(Wavelength step)(본 실시 형태에서는, 1nm)를 나타내고 있다.
- [0113] 즉, 상기 서술한 식(1)에 있어서, 분모는 1MED 당의 홍반 효과량을 나타내고, 분자는 샘플의 홍반 효과량을 나타내고 있다. 복수의 경시 스펙트럼으로부터 얻어지는 홍반 효과량과 경과시간의 관계로부터 상관 관계식 Y<sub>1</sub>(일차식: Y<sub>1</sub>=aX+b)를 유도한다. 이 상관 관계식을 구하는 이유는, 샘플의 시간변화의 거동을 파악하기 위해서이며, 이 식에 있어서의 기울기 a의 값이 클수록 광열화하기 쉽고, 작을수록 광열화하기 어렵다는 것을 의미한다. 또한, 여기서의 처리에서는, 임의의 시간 간격으로 측정한 스펙트럼으로부터 샘플의 광열화 거동을 보는 것이 중요하다.
- [0114] 여기서, 참조 샘플에 있어서의 측정결과(참조 샘플의 경시 홍반 효과량)는 도 5b에 나타내는 바와 같이 되고, 시험샘플 A에 있어서의 측정결과(시험샘플 A의 경시 홍반 효과량)는 도 6b에 나타내는 바와 같이 되며, 시험샘플 B에 있어서의 측정결과(시험샘플 B의 경시 홍반 효과량)는 도 7b에 나타내는 바와 같이 된다. 또한, 도 5b, 도 6b 및 도 7b에 있어서, 세로축은 홍반 효과량(MED)을 나타내고, 가로축은 경과시간(분)을 나타내고 있다.
- [0115] 상기 서술한 처리에 의해, 도 5b의 경우에는, 상관 관계식 Y<sub>1</sub>=−0.0045X+0.7481이 도출되고, 도 6b의

경우에는, 상관 관계식  $Y_1=0.0039X+0.0801$ 이 도출되며, 도 7b의 경우에는, 상관 관계식  $Y_1=-9.70E-06X+0.0244$ 가 도출되어, 이 결과로부터 상관 관계가 설정된다.

[0116] 다음으로, S04, S08에 있어서의 누적 홍반 효과량과 경과시간과의 상관 관계에 있어서는, 구체적으로는, S03나 S07의 처리에 의해 얻어진 상관 관계식  $Y_1$ 로부터, 소정 시간(예를 들어, 1분)마다의 홍반 효과량의 수치를 산출한다. 또한, 이 결과를 이용하여, 1분마다의 시간적분에 의한 누적 홍반 효과량을 산출하고, 상관 관계식  $Y_2$ (누승함수:  $Y_2=c(t_n)^d$ )를 유도한다.

[0117] 또한, S03, S07에서 얻어지는 스펙트럼의 시간 변화는, 임의의 시간 간격이었던 것으로부터, 예를 들어, 1분마다의 시간적분을 하기 위해서 1분마다의 홍반 효과량으로 변환한다. 광원강도의 설정에서도 사용한 바와 같이, 예를 들어, 1MED/Min의 강도의 광원을 조사한 경우, 1분 조사시에 1MED가 되기 때문에, 경시에서의 누적 홍반 효과량을 산출하기 위한 시간 간격의 단위는 1분마다가 바람직하다고 생각된다.

[0118] 여기서, 참조 샘플, 시험 샘플 A, B의 각각에 있어서의 1분마다의 데이터로 환산한 경우의 홍반 효과량 및 누적 홍반 효과량을, 각각 도 5c, 도 6c 및 도 7c에 나타낸다.

[0119] 또한, 참조 샘플, 시험 샘플 A, B의 각각에 있어서의 경시 누적 홍반 효과량을, 세로축을 누적 홍반 효과량(MED)으로 하고, 가로축을 경과시간(분)으로 나타내면, 각각 도 5d, 도 6d 및 도 7d에 나타내는 바와 같이 된다. 따라서, 도 5d의 경우에는, 상관 관계식  $Y_2=0.7506(t_n)^{0.9834}$ 가 도출되고, 도 6d의 경우에는, 상관 관계식  $Y_2=0.0794(t_n)^{1.1092}$ 가 도출되고, 도 7d의 경우에는, 상관 관계식  $Y_2=0.0244(t_n)^{0.9989}$ 가 도출되어, 이 결과로부터 상관 관계가 설정된다.

[0120] 또한, 상관 관계식  $Y_1$  및  $Y_2$ 는 일례이고, 본 발명은 이것으로 한정되는 것이 아니며, 사용하는 샘플에 의해 그에 적합한 함수를 적용하여 상관 관계를 설정할 수 있다.

[0121] <SPF 예측값의 산출(및 보정) 처리의 구체예(S05, S09)>

[0122] 다음으로, SPF 예측값의 산출 및 보정처리의 구체예에 대하여 설명한다.

[0123] 원래 SPF는, 도포하지 않은 부분과 비교하여 샘플에 의해 몇 배의 홍반 방지 효과가 있는지를 나타내는 상대값이다. 그 때문에, 도포하지 않은 부위가 1MED의 홍반 효과량에 도달하기까지, 샘플 도포 부위에 몇 배 많은 광량이 조사되었는지로 나타낼 수 있다.

[0124] 따라서, 먼저 샘플 도포 부위의 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간으로서 상기 서술한 S04 및 S08에서 얻은 상관 관계식  $Y_2$ 로부터,  $Y_2=1$ , 즉, 투과광량의 1분 단위에서의 시간적분치를 누적 홍반 효과량으로 하고, 이 값이 1MED가 되기까지 샘플에 조사된 시간( $t_n$ )을 구한다. 또한, 이용 광원강도가 1MED/Min의 경우, 이 시간( $t_n$ )은  $t_{nMED}$ 에 상당한다.

[0125] 또한, 샘플의 SPF 예측값으로서, 상기의 순서에 있어서의 작업을 바람직하게는 3회 이상 실시했을 때의 평균치를 채용한다. 그때, 동일한 PMMA판에 있어서의 부위 차이로서 3개소를 취하는 것이 아니라, 재차 PMMA판에 같은 샘플을 도포하여 동일한 순서로 측정을 실시하는 것이 바람직하다.

[0126] 또한, 지금까지 설명한 처리를 이하에 나타내는 식(2)와 같이 1개의 식으로서 나타낼 수 있다.

[0127] [식 2]

$$\int_0^{t_n} \left( \int_{290}^{400} E(\lambda) I_s(\lambda, t) d\lambda \right) dt = \frac{\int_{290}^{400} E(\lambda) I(\lambda) d\lambda}{D} \quad \dots(2)$$

[0128]

[0129] 또한, 상기 서술한 식(2)에 있어서,  $E(\lambda)$ 는 홍반반응의 액션 스펙트럼(Erythema action spectrum(CIE-1987))을 나타내고,  $I_s(\lambda)$ 는 샘플시료의 광원강도(Spectral irradiance of the sample layer)를 나타내고,  $I(\lambda)$ 는 각 파장에 있어서의 투과광량(Spectral irradiance of the UV source)을 나타내고,  $d\lambda$ 는 파장 간격(Wavelength step)(본 실시 형태에서는, 1nm)를 나타내고,  $dt$ 는 시간 간격(Time step)(본 실시 형태에서는,



1min)을 나타내고,  $t_n$ 는 경과시간(Irradiation time)을 나타내고, D는 이용 광원강도(Intensity of the UV source(MED/Min))를 나타내고 있다. 또한, 이용 광원강도(D)란, 참조 샘플이나 시험샘플을 사용하지 않고, 광원 단독 조건으로 광조사한 때의 광원강도이다.

[0130] 즉, 상기 서술한 식(2)의 좌변은, 샘플 도포 부위의 홍반 효과량의 시간적분치(샘플의 스펙트럼에만 시간의 함수를 설정한 것)를 나타내고, 우변은 도포하지 않은 부위의 1MED의 홍반 효과량을 나타내고 있다. 또한, 상기 서술한 수식은 일레이며, 본 발명에 있어서의 상관 관계의 설정내용에 대하여서는, 이것으로 한정되는 것은 아니다.

[0131] 다음으로, 필요에 따라, 산출된 시험샘플의 SPF 예측값에 대하여 보정을 실시하는 경우, 본 실시 형태에 있어서는, 광원강도, 참조 샘플의 SPF 예측값 및 샘플 도포량의 적어도 1개를 이용하여 보정을 실시한다. 구체적으로 설명하면, 광원강도를 사용한 보정에 대하여서는, 이용 광원강도(D MED/Min)를 이용하여, 이하에 나타내는 식(3)에 대입하고, 샘플의 SPF 예측값을 산출한다.

[0132] [식 3]

[0133] 
$$in\ vitro\ SPF_s = t_n \times D \quad \dots(3)$$

[0134] 또한,  $SPF_s$ 는, 시험샘플의 SPF 예측값(SPF of the sample)을 나타내고,  $t_n$ 는 경과시간(Irradiation time)을 나타내며, D는 이용 광원강도(Intensity of the UV source)(MED/Min)를 나타내고 있다.

[0135] 여기서, 광원강도를 사용한 보정에서는, 광원강도가 강할수록 샘플의 누적 홍반 효과량이 1MED에 도달할 때까지의 시간을 단축할 수 있다. 그 때문에, 샘플의 광열화 거동이 광상반칙에 따르는(즉, 광강도와 조사시간의 곱이 일정하면 동일한 거동을 나타내는 것을 의미하는 것이고, 강한 광을 단시간 조사했을 경우와 약한 광을 장시간 조사했을 경우에서도 동일한 결과가 얻어진다) 것으로 가정한 경우에는, 경과시간( $t_n$ )에 광원강도(D MED/Min)를 곱할 필요가 있다. 즉, 광상반칙이 성립하는 것을 전제로 광원강도가 강하면 단시간에 1MED에 도달하기 때문에, 광원강도에 대한 보정을 실시한다.

[0136] 또한, 참조 샘플에 있어서의 SPF 예측값을 이용한 보정에 대하여는, 인비트로 SPF 값으로서 참조 샘플(즉, 피부 대체막 및 글리세린)에 대한 보정을 이하에 나타내는 식(4)에 따라 산출한다.

[0137] [식 4]

[0138] 
$$in\ vitro\ SPF = in\ vitro\ SPF_s - (in\ vitro\ SPF_r - 1) \quad \dots(4)$$

[0139] 또한,  $SPF_s$ 는 시험샘플의 SPF 예측값(SPF of the sample)을 나타내고,  $SPF_r$ 는 참조 샘플의 SPF 예측값(SPF of the reference (PMMA-DG : 글리세린))을 나타낸다.

[0140] 즉, 상기 서술한 식(4)에서는, 최종적인 예측 SPF 값을 구함에 있어서, 「샘플의 SPF 값」에서 「참조 샘플의 SPF 값으로부터 1을 뺀 값」을 빼도록 하고 있다.

[0141] 이것은, SPF는 1이 최저가 되는 기준이기 때문에, 참조 샘플로서 1을 상회하는 만큼을 보정해야 할 부분으로 생각하고, 홍반효과에 대하여, 그 만큼의 시간을 늦추게 한다는 관점으로부터 뺄셈을 실시하도록 한다.

[0142] 또한, 참조 샘플에 있어서의 SPF 예측값을 사용한 보정은, 식(4)로 한정되는 것이 아니고, 예를 들어, 이하에 나타내는 식(5)와 같이 최종적인 예측 SPF 값을 구함에 있어서, 샘플의 SPF( $SPF_s$ )를 참조 샘플의 SPF( $SPF_r$ )로 나누어도 된다.

[0143] [식 5]

[0144] 
$$in\ vitro\ SPF = \frac{in\ vitro\ SPF_s}{in\ vitro\ SPF_r} \quad \dots(5)$$

[0145] 이로써, 피부 대체막에 대한 보정, 즉, 샘플의 SPF 예측값에 곱해지는 만큼의 보정을 실시할 수 있다.

[0146] 예를 들어, 도 5d에 의하면, 참조 샘플의 SPF 예측값( $SPF_r$ )는, 상관 관계식  $Y_2=1$ 이 될 때의  $t_n$ 으로서 1.34가 얻어진다. 또한, 광원강도는, 1MED/Min를 이용하고 있는 것으로부터,  $SPF_r=1.34$ 가 된다. 동일하게 함께 3회를 측

정하면,  $SPF_r=1.34$ , 1.38, 1.29가 얻어졌기 때문에, 평균치로서  $SPF_r=1.34$ 가 산출된다.

- [0147] 또한, 도 6d에 의하면, 시험샘플 A의 SPF 예측값( $SPF_s$ )은, 상관 관계식  $Y_2=1$ 이 될 때의  $t_n$ 으로서 9.81이 얻어진다. 또한, 광원강도는 1MED/Min를 이용하고 있는 것으로부터,  $SPF_s=9.81$ 이 된다. 동일하게 합계 3회를 측정하면,  $SPF_s=9.81$ , 10.12, 9.55가 얻어졌기 때문에, 평균치로서  $SPF_s=9.83$ 이 산출된다. 따라서, 시험샘플 A에 있어서의 인비트로 SPF는, 예를 들어, 상기 서술한 식(4)를 이용하면  $9.83-(1.34-1)=9.49$ 가 된다.
- [0148] 더욱이, 도 7d에 의하면, 시험샘플 B의 SPF 예측값( $SPF_s$ )은, 상관 관계식  $Y_2=1$ 이 될 때의  $t_n$ 으로서 41.15가 얻어진다. 또한, 광원강도는, 1MED/Min를 이용하고 있는 것으로부터,  $SPF_s=41.15$ 가 된다. 동일하게 합계 3회를 측정하면,  $SPF_s=41.15$ , 39.29, 38.21이 얻어졌기 때문에, 평균값으로서  $SPF_s=39.55$ 가 산출된다. 따라서, 시험샘플 B에 있어서의 인비트로 SPF는, 예를 들어, 상기 서술한 식(4)를 이용하면  $39.55-(1.34-1)=39.21$ 이 된다.
- [0149] 또한, 도포량에 대한 보정에 대하여서는, 본 평가법에 있어서의 실시예로서는, 샘플 도포량으로서  $0.75\text{mg}/\text{cm}^2$ 를 이용하고 있지만 그에 한정되지 않는다. 인비보 SPF의 측정이  $2.0\text{mg}/\text{cm}^2$ 로 실시되고 있는 것으로부터, 인비보 SPF의 수치에 알맞는 인비트로 SPF 예측을 하기 위해서는 도포량을 보정할 필요가 있다.
- [0150] 여기에 나타내는 보정의 방법도 일례이며, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 이미 알려진 문헌(비특허 문헌 「Skin Pharmacology and Physiology 2007 ; 20 : 57-64」)에 의하면, 도포량과 인비보 SPF 값에는 직선적인 관계가 있는 것이 나타나 있는 것으로부터, 이를 참고하면 단순히  $(2.0\text{mg}/\text{cm}^2)/(0.75\text{mg}/\text{cm}^2)\approx 2.67$ 인 것으로부터, 인비트로 SPF 측정의 예측값에 대하여, 2.67을 곱함으로써 수치 보정할 수도 있지만, 도포량의 보정값도 본 발명에 있어서는 이것으로 한정되는 것은 아니다.
- [0151] 또한, 상기 서술한 S02로부터 S05에 있어서, 참조 샘플에 있어서의 SPF 예측값의 산출 및 보정처리에 있어서는, 사전에 처리를 실시하여, 그 처리결과를 미리 축적해 두고, 그 후, 각 시험샘플에 있어서의 자외선 방어 효과의 평가를 실시할 때에, 축적된 결과를 이용하여 S06~S09의 처리를 실시하도록 해도 된다.
- [0152] <상관성 평가>
- [0153] 여기서, 상기 서술한 평가처리를 실시한 후의 인비트로 SPF 값과 인비보 SPF 값과의 상관성에 대하여 도면을 이용하여 설명한다.
- [0154] 도 8은 인비트로 SPF 값 및 인비보 SPF 값의 상관 관계의 일례를 나타내는 도면이다. 또한, 도 8에 있어서, 세로축은 인비트로 SPF 값(예측값)을 나타내고, 가로축은 인비보 SPF 값(실측값)을 나타내고 있다.
- [0155] 도 8에 나타낸 바와 같은 상관성의 높이는, 물리계측인 인비트로 SPF 측정에 의하여도, 실제의 피부에 있어서의 자외선 노출을 리얼하게 재현하고 있다는 것을 나타내고 있다.
- [0156] 여기서, 상기 서술한 본 실시 형태에 있어서, 광원강도나 스펙트럼 측정의 시간 간격은 임의로 설정할 수 있지만, 최종 스펙트럼 측정까지의 누적 홍반 효과량이 1MED를 초과하고 있는 것이 바람직하다. 또한, 그 반대로, 최초의 1~2스펙트럼 측정까지의 누적 홍반 효과량으로 이미 1MED를 초과해 버리는 것은 바람직하지 않고, 얻어진 스펙트럼으로부터 홍반 효과량으로 변환하여 연산식을 유도하여 예측값을 산출하기 때문에, 홍반효과 누계량이 1MED에 도달할 때까지의 유효 스펙트럼 수는 많은 것이 통계적 관점으로부터도 바람직하다. 구체적으로는, 5회 이상의 스펙트럼 측정을 실시하는 것이 바람직하다. 이러한 것으로부터, 실제의 측정함에 있어서는, 이에 적합하도록 광원강도, 측정 시간 간격, 측정 횟수를 샘플에 따라 조정하는 것이 바람직하다.
- [0157] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 조사광에 의한 시료의 광열화 현상을 반영하고, 또한, SPF 값이 높은 시료에 있어서도, 인비보 SPF 값과 높은 상관 관계를 나타내는, 인비트로 측정에 의한 자외선 방어 효과의 고정밀의 평가를 실현할 수 있다.
- [0158] 구체적으로는, 실제의 피부의 경우와 마찬가지로 누적 홍반 효과량이 1MED가 될 때까지의 자외선의 계속 조사시간에 의해, 인비트로 SPF를 평가할 수 있다.
- [0159] 또한, 종래에는, 정확하게 측정할 수 없었던 고SPF품(예를 들어, SPF 값이 50이상인 제품 등)에도 적용할 수 있고, 자외선 조사에 의해 광열화하는 경우에도 경시변화를 추적할 수 있는 고감도의 평가장치를 제공할 수 있다.
- [0160] 또한, 고감도 평가장치를 사용함으로써, 광열화 현상을 인비트로 SPF 값의 예측에도 반영할 수 있다. 더욱이, 인비트로 SPF 평가법은, 인비보 SPF 값과의 상관 관계가 우수하고, 피부상에 있어서의 자외선 노출을 리얼하게

재현할 수 있다.

[0161] 지금까지 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 서술했지만, 본 발명은 관련된 특징의 실시형태로 한정되는 것이 아니고, 특허청구범위에 기재된 본 발명의 요지의 범위 내에 있어서, 여러 가지의 변형, 변경이 가능하다.

[0162] 본원은 2007년 10월 18일에 출원된 일본특허출원 제2007-271743호에 근거하여 우선권을 주장하는 것이며, 일본 특허출원 제2007-271743호의 전내용을 여기에 본원에 원용한다.

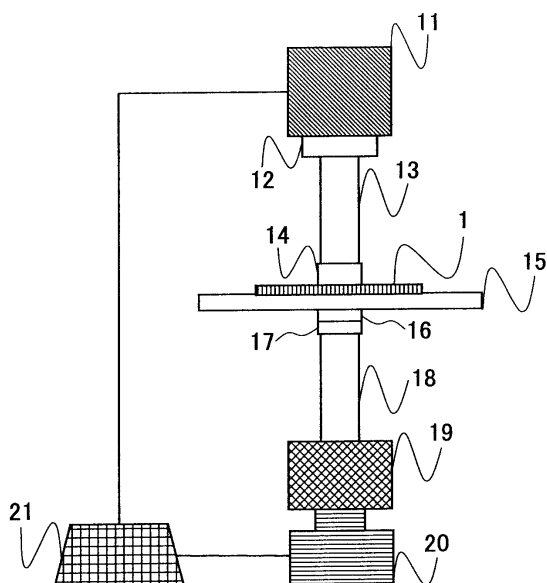
## 부호의 설명

[0163]	1: 시료	10: 평가장치
	11: 광원	12: 필터
	13: 제1 광섬유	14: 조사포트
	15: 시료설치용 기관	16: 적분구
	17: 검출포트	18: 제2 광섬유
	19: 분광기	20: 광검출기
	21: 전산기	31: 입력수단
	32: 출력수단	33: 축적수단
	34: 경시변화 측정수단	35: 상관 관계 설정수단
	36: SPF 예측값 산출수단	37: 제어수단
	41: 입력장치	42: 출력장치
	43: 드라이브 장치	44: 보조 기억장치
	45: 메모리 장치	46: CPU
	47: 네트워크 접속장치	48: 기록매체

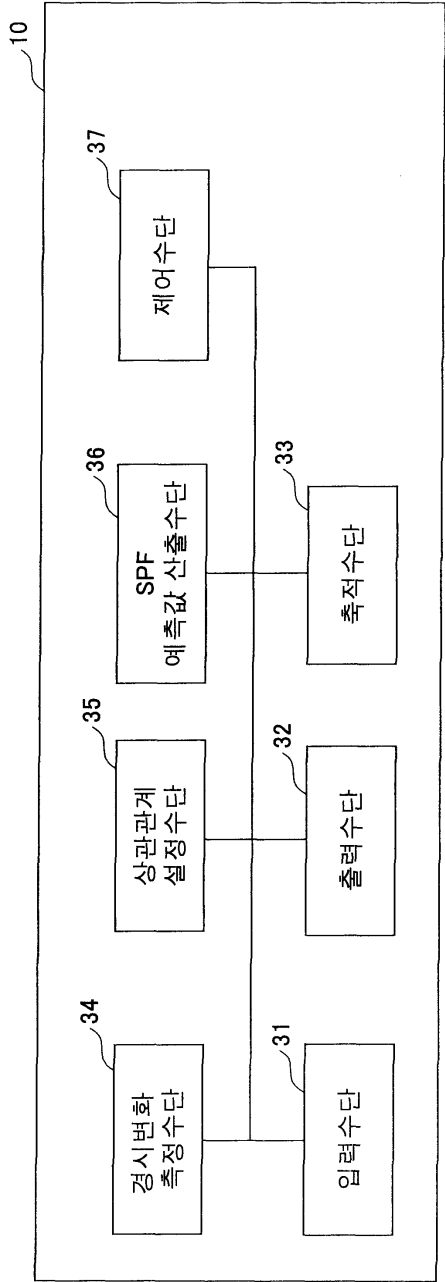
## 도면

### 도면1

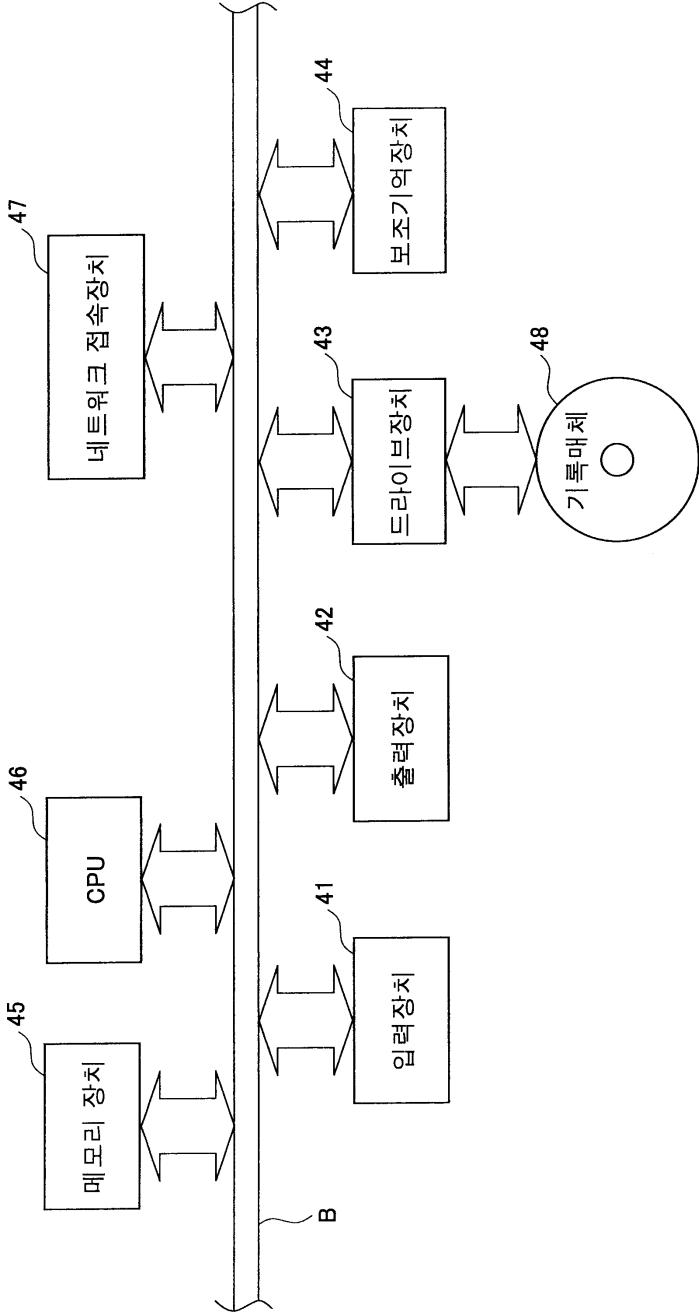
10



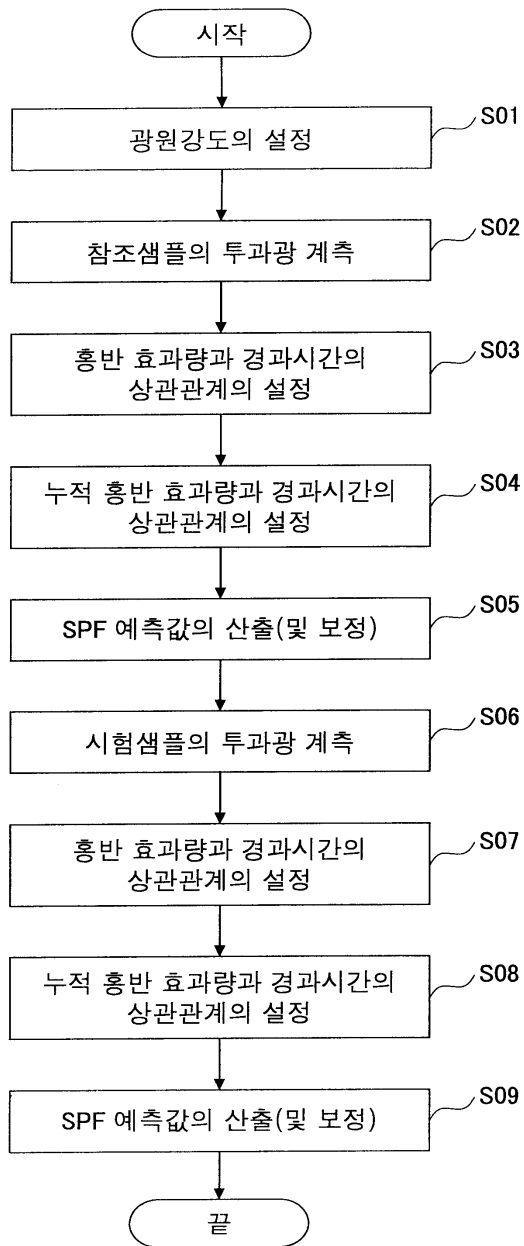
도면2



도면3

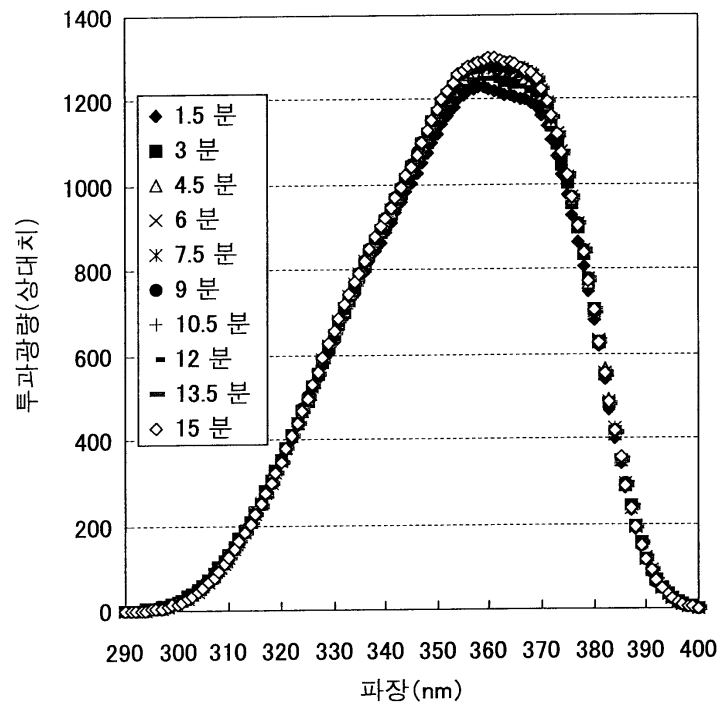


도면4

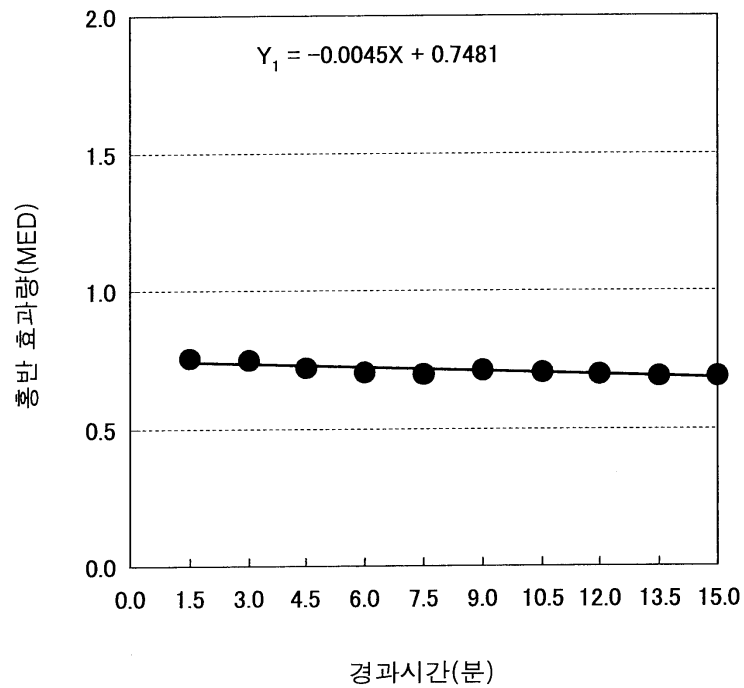




도면5a



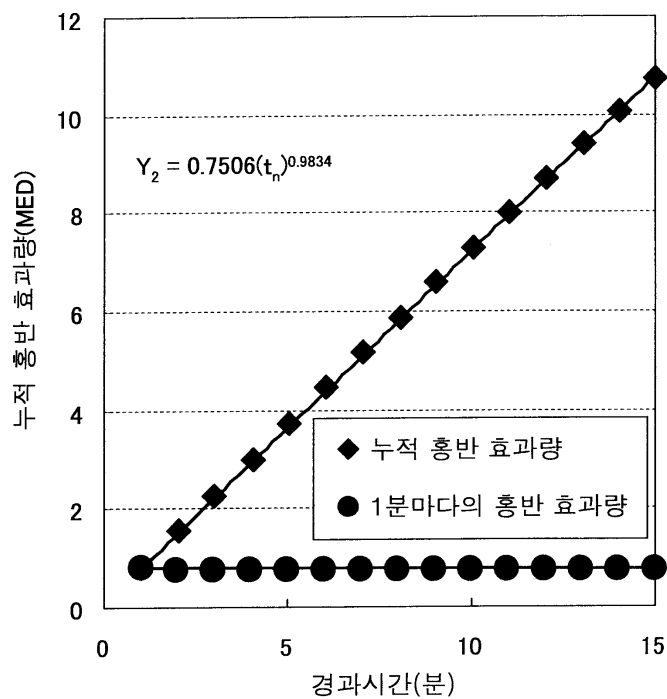
도면5b



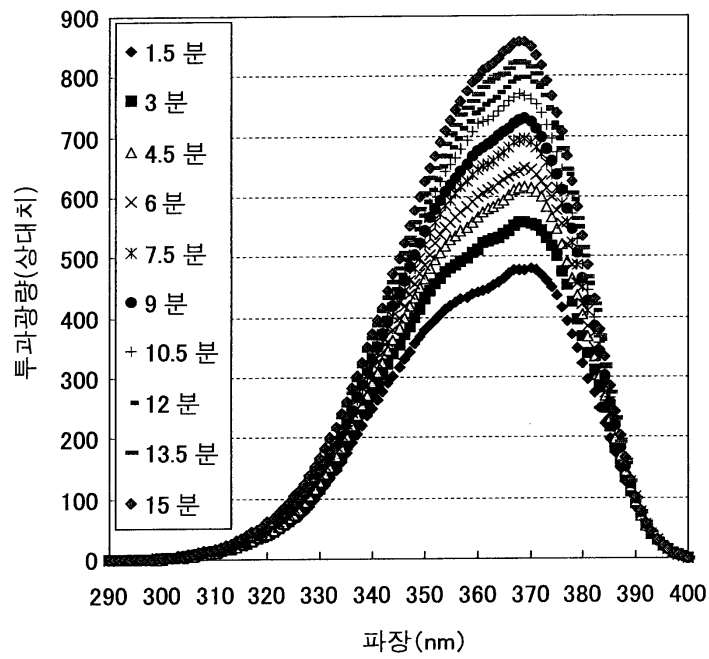
도면5c

시간(분)	홍반 효과량	누적 홍반 효과량
1	0.7436	0.7436
2	0.7391	1.4827
3	0.7346	2.2173
4	0.7301	2.9474
5	0.7256	3.673
6	0.7211	4.3941
7	0.7166	5.1107
8	0.7121	5.8228
9	0.7076	6.5304
10	0.7031	7.2335
11	0.6986	7.9321
12	0.6941	8.6262
13	0.6896	9.3158
14	0.6851	10.0009
15	0.6806	10.6815

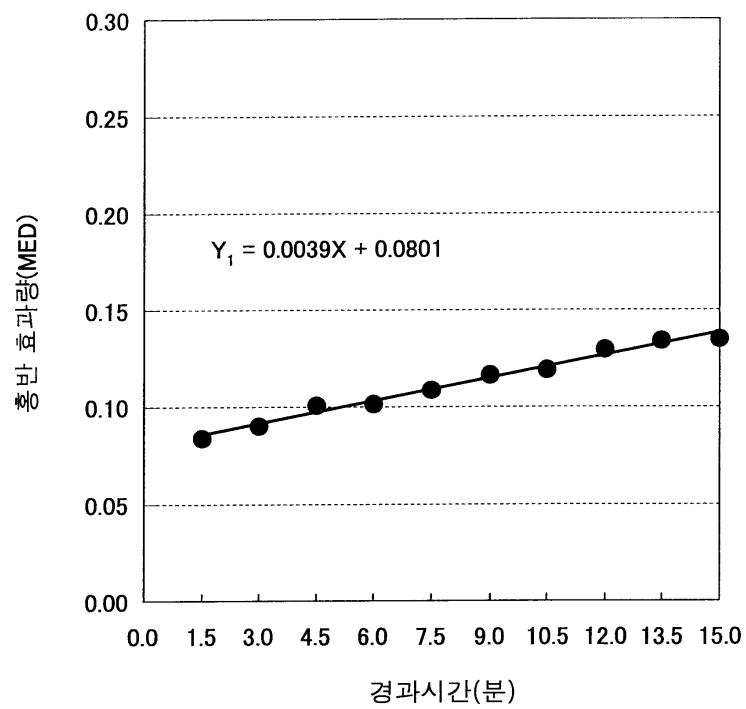
도면5d



도면6a



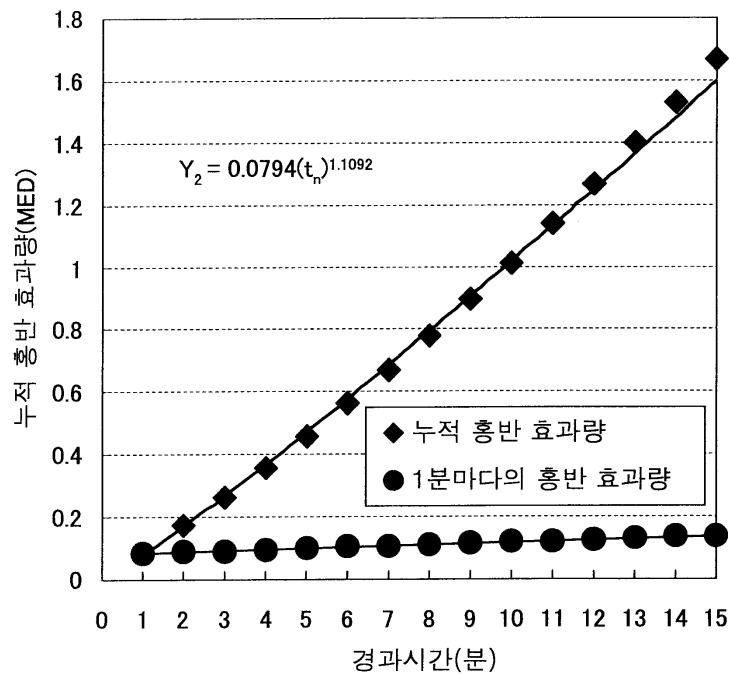
도면6b



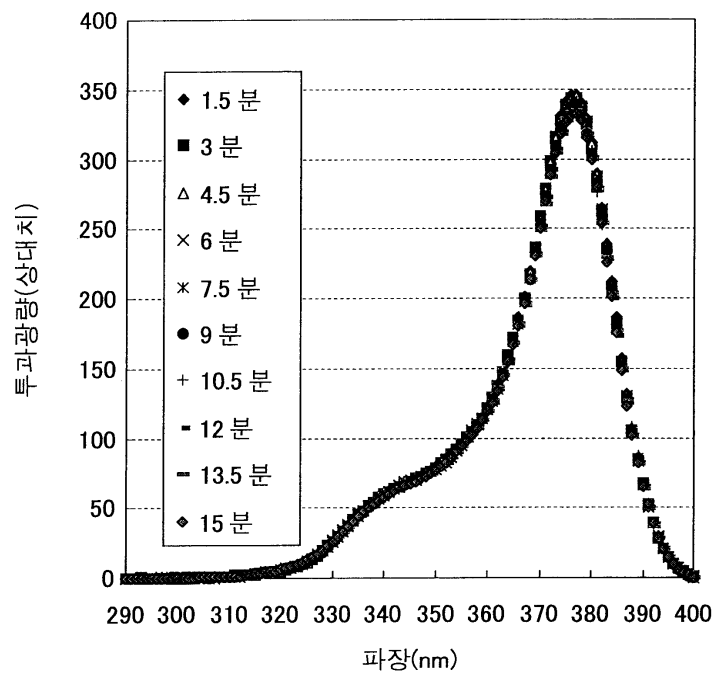
도면6c

시간(분)	홍반 효과량	누적 홍반 효과량
1	0.084	0.084
2	0.0879	0.1719
3	0.0918	0.2637
4	0.0957	0.3594
5	0.0996	0.459
6	0.1035	0.5625
7	0.1074	0.6699
8	0.1113	0.7812
9	0.1152	0.8964
10	0.1191	1.0155
11	0.123	1.1385
12	0.1269	1.2654
13	0.1308	1.3962
14	0.1347	1.5309
15	0.1386	1.6695

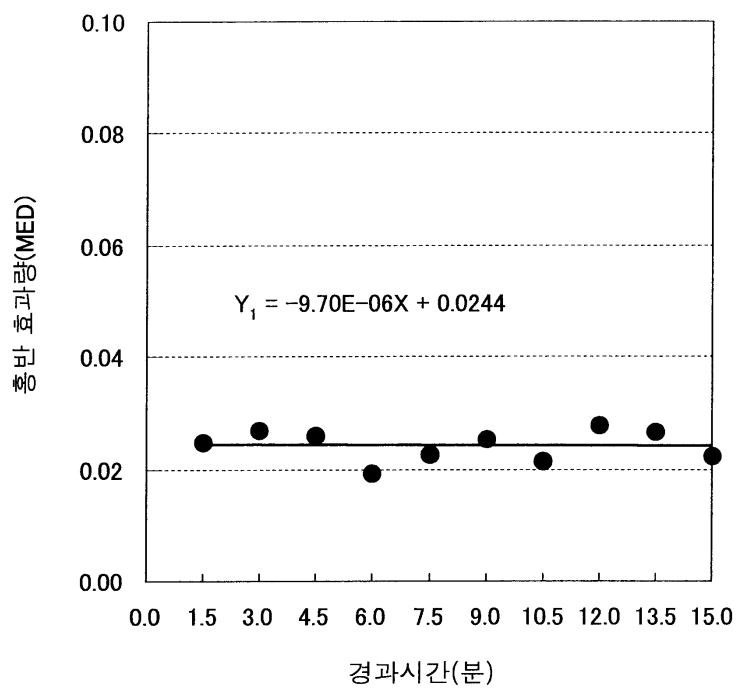
도면6d



도면7a



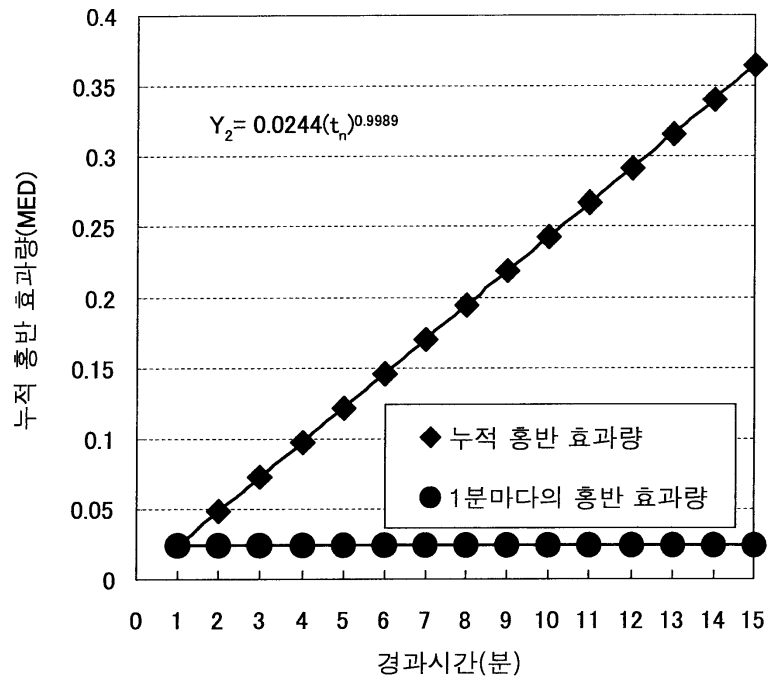
도면7b



도면7c

시간(분)	홍반 효과량	누적 홍반 효과량
1	0.0243903	0.0243903
2	0.0243806	0.0487709
3	0.0243709	0.0731418
4	0.0243612	0.097503
5	0.0243515	0.1218545
6	0.0243418	0.1461963
7	0.0243321	0.1705284
8	0.0243224	0.1948508
9	0.0243127	0.2191635
10	0.024303	0.2434665
11	0.0242933	0.2677598
12	0.0242836	0.2920434
13	0.0242739	0.3163173
14	0.0242642	0.3405815
15	0.0242545	0.364836

도면7d





도면8

