



Task 15 Enabling Framework for the Development of BIPV

S
P
V
P

BIPV 적용분야의 범주화

Categorization of BIPV applications

2021

국제에너지기구

태양광발전시스템 프로그램

윤김 윤 경 훈
한국에너지기술연구원



What is IEA PVPS TCP?

1974년 설립된 국제에너지기구(IEA)는 경제협력개발기구(OECD)의 틀 내에서 회원국들 간의 포괄적인 에너지협력 프로그램을 수행하는 자치기구이다. 기술협력 프로그램(Technology Collaboration Programme: TCP)은 미래 에너지 안보와 지속가능성은 글로벌 협력으로 시작된다는 믿음 하에 만들어진 것이다. 이 프로그램에는 정부, 학계 및 산업계의 전문가 6,000명이 참가하고 있으며 공동 연구의 향상과 특정 에너지 기술의 활용에 기여하고 있다.

IEA PVPS(태양광발전시스템 프로그램)는 TCP의 하나로 1993년에 설립되었다. 프로그램의 임무는 “지속 가능한 에너지시스템으로 전환하는데 태양광에너지가 핵심적인 역할을 하도록 국제협력을 강화하는 것이다. 이를 달성하기 위해 프로그램의 참여자들은 태양광 발전시스템 활용 분야에서 다양한 공동 연구 프로젝트를 수행하여 왔다. 전체 프로그램은 각국 별로 대표 한 명 혹은 기구 멤버로 구성된 집행위원회(Executive Committee)가 관장하고, 여기서 연구 프로젝트나 활동 영역이 될 수 있는 분명한 “Tasks”를 지정하게 된다.

IEA PVPS 참여국은 호주, 오스트리아, 벨기에, 캐나다, 칠레, 중국, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 이스라엘, 이탈리아, 일본, 한국, 말레이시아, 멕시코, 모로코, 네덜란드, 노르웨이, 포르투갈, 남아공, 스페인, 스웨덴, 스위스, 태국, 터키, 미국이다. EC(유럽연합 집행위원회), Solar Power Europe, Smart Electric Power Alliance(SEPA), Solar Energy Industries Association 그리고 Copper Alliance 역시 멤버들이다.

Visit us at: www.iea-pvps.org

What is IEA PVPS Task 15?

Task 15의 목표는 전세계 재생에너지 시장에서 BIPV의 진출을 가속시킬 수 있는 실행 프레임워크를 만드는 것인데, 강제 요건에 관한 문제, 심미적인 문제, 신뢰성 및 재정적 문제를 고려하면서 BIPV 제품, BAPV 제품과 정규의 건물외피 구성요소 간에 공정한 경쟁의 장을 구축하고자 한다.

Authors

➤ Main Content:

Pierluigi Bonomo (SUPSI, Switzerland), Gabriele Eder (OFI, Austria), Nuria Martin Chivelet (CIEMAT, Spain), Johannes Eisenlohr (Fraunhofer ISE, Germany), Francesco Frontini (SUPSI, Switzerland), Costa Kapsis (University of Waterloo, Canada), Alessandra Scognamiglio (ENEA, Italy), Helen Rose Wilson (Fraunhofer ISE, Germany), Rebecca Yang (RMIT; Australia)

➤ Editor:

Pierluigi Bonomo (SUPSI, Switzerland)
Gabriele Eder (OFI, Austria)

DISCLAIMER

The IEA PVPS TCP is organised under the auspices of the International Energy Agency (IEA) but is functionally and legally autonomous. Views, findings and publications of the IEA PVPS TCP do not necessarily represent the views or policies of the IEA Secretariat or its individual member countries

COVER PICTURE

Picture of a BIPV facade detail under construction. Source: Pierluigi Bonomo

ISBN 978-3-907281-21-5: Categorization of BIPV applications

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY
PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME

**IEA PVPS
Task 15**

Categorization of BIPV applications

Breakdown and classification of main individual parts of
building skin including BIPV elements

(BIPV 적용분야의 범주화)

(BIPV 요소를 포함한 건물외피 주요 개별 부품의 세부내역과 분류)

Report IEA-PVPS T15-12:2021
August - 2021

ISBN 978-3-907281-21-5



목차

목차	1
감사인사	2
약어	3
요약	4
1 서론	5
2 적용분야 범주	9
3 시스템	10
3.1 건물외피의 기존 분류 체계	10
3.2 BIPV 시스템의 분류 제안	14
4 모듈	21
5 구성요소	25
6 소재	26
7 BIPV 시스템의 용어 사전	28
8 참고문헌	32
9 영어-한글 용어 비교	34



감사인사

This paper received valuable contributions from several IEA-PVPS Task 15 members and other international experts in translating the glossary section. Many thanks to: Alessandra Scognamiglio (ENEA), Pierluigi Bonomo, Fabio Parolini (SUPSI) for Italian/Italy; Hua Ge (Concordia) for Canada/North America; Roland Valckenborg (SEAC – TNO) for Dutch / Netherlands; Nuria Martin Chivelet (CIEMAT) for Spanish/Spain; Simon Boddaert (CSTB) for French/France; Véronique Delisle (NRCan) for French/Canada; Dieter Moor (ertex-solar) for German/Austria; Michael Grobbauer (FH Salzburg) for German / Germany, Switzerland, Austria; Hishashi Ishii (LIXIL) for Japanese /Japan; Rebecca Yang (RMIT) for Chinese / China. Christof Erban (Sunovation) for the review and suggestions.

본 보고서 한글 번역에 도움을 주신 IEA-PVPS 집행부와 Task 15 OA, 보고서의 저자들, 그리고 한국에너지기술연구원 태양광연구단 멤버들에게 감사인사를 전합니다.

2022년 1월 윤 경 훈 (Yoon, Kyung-Hoon)



약어

AEC	Architecture, Engineering & Construction
AC	Alternating Current
a-Si	Amorphous Silicon
ASTM	American Society for Testing and Materials International
BIM	Building Information Modelling
BAPV	Building-Added Photovoltaics
BIPV	Building-Integrated Photovoltaics
CdTe	Cadmium Telluride
CIGS	Copper Indium Gallium (di) Selenide
c-Si	Crystalline Silicon
DC	Direct Current
DSSC	Dye-Sensitized Solar Cell
EIFS	Exterior insulation and finish systems
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IFC	Industry Foundation Classes
IGU	Insulating Glass Unit
ISO	International Organization for Standardization
PV	Photovoltaics
TCO	Transparent conductive oxide
UNI	Italian Organization for Standardization



요약

건물에 태양광기술을 건물에 이전하는 것은 혁신의 가시적인 "원인"이다. 오늘날, 이는 하나의 에너지 전환 솔루션 이상으로 건축미학과 기술에서 새로운 근본적인 측면을 대표한다 [1]. 수십 년 동안 많은 분류 체계가 구상되었고 태양광기술을 건물에 적극적으로 통합하는데 요구되는 지식을 요약함으로써 최대한 실용적인 방향으로 계획되었다. 그러나 BIPV 커뮤니티는 건물외피에 BIPV 적용과 관련하여 참조가 되는 분류에 대한 합의에 도달한 적이 없다. 따라서 문헌, 가이드라인 및 규격에 다양한 분류가 나타났으며, 각 대상(시장, 연구, 공급 관세, 보급 등)에 따라 각기 다른 세분화되고 동질적이지 않은 참조를 고려하였다. 일반적으로 건설과 전기기술적 시각, 전통 및 혁신을 연결하는 BIPV 영역의 복합성은 해석의 여지가 크고 용도에 따라 완전한 BIPV 분류를 복잡하게 만들었다 [2].

이 제안의 목적은 BIPV 건물외피 기술분류를 위한 참조로서 간소화된 계층적 접근방식을 제시하는 것이다. 다기능 건물외피의 주요 기술 서브시스템을 고려함으로써 기능, 성능, 형태학, 구조 및 에너지 관련 측면의 주요 특징을 적용 범주에서 소재에 이르기까지 5가지 수준으로 구성하고 있다.

제안된 범주화는, 보다 전문화된 "BIPV"와 더 작은 하위 시스템(부속품, 구성요소, 소재)의 전기기술적 기준에 건물외피(시스템) 건축용 주요 시퀀스와 관련되는 건설기술 접근방식을 일치시킴으로써 건물과 태양광 분야 경험을 토대로 한 통합적이고 아날로그적인 접근방식을 기반으로 BIPV에 대한 일련의 분류학적 원칙을 실행한다. 많은 국가에서 나라마다 해석과 정의가 다르기 때문에 가장 널리 사용되는 동의어 및 다른 여러 나라 언어로 번역된 BIPV 시스템의 용어집이 함께 제시되었다.

우리는 이 보고서가 BIPV 핵심 분야에서 통합적인 관점과 학제 간 노력을 장려하는 첫 번째 이정표를 제공할 수 있고, 여전히 모든 이해당사자 사이의 효과적인 혁신과 협력을 가로막고 있는 일부 장애물을 극복하는데 도움이 되기를 희망한다.



1 서론

BIPV 커뮤니티는 현재의 산업 보고서, 웹사이트, 학술 간행물 및 규격에서 어떤 적용 분야의 표준 분류에 대한 명확한 합의에 도달하지 못했다. 이로 인해 BIPV 설계자와 제조업체를 위한 BIPV 분류에 장애가 되고 있다. 최근 몇 년 동안 문헌, 가이드라인 및 규격에 많은 분류 체계가 등장하였는데, 이들은 많은 수의 다양한 기준을 고려하고, 다소 시장 지향적인 접근법을 적용하거나 태양광 및/혹은 건물 부문의 관점에 초점을 맞췄다. 용어와 접근방식에서 공통 기반을 가지기 위해서는 통일된 분류가 필요하다. IEA-PVPS Task 15 Activity "B.2: Identification of representative BIPV installation scenarios(대표적인 BIPV 설치 시나리오의 식별)"의 프레임워크에 정의된 분류 목표에서 시작하여 Task 15는 BIPV 적용 분야의 분류에 대한 일련의 통일된 참조를 마련하기로 합의하였다. 따라서 이 제안의 목적은 BIPV 건물외피 기술분류를 위한 참조로서 간소화된 계층적 접근방식을 제공하는 것이다. 목표는 설계와 시공에 매우 중요한 기능, 성능, 형태학, 구조 및 에너지 관련 측면의 주요 특징을 결합한 능동적이고 다기능 건물외피의 기술적 서브시스템의 주요 수준을 고려하는 것이다 [3].

지금까지는 건물외피의 복합성(태양광 도입으로 더욱 확대됨)이 해석의 다양성을 크게 열어주기 때문에 단편적이고 동질적이지 않은 일련의 분류가 존재해왔다. 규격 IEC 63092 [4]는 BIPV 적용 분야를 하나 이상의 창유리, 폴리머 방수 시트 또는 금속 시트를 포함하는 다양한 유형의 BIPV 모듈에 적용하는 " Application Categories (적용분야 범주)"로 나열된 5가지 주요 범주로 분류하였다. 유럽의 참조 규격은 BIPV 모듈에 대한 유럽 규격인 EN50583 [5]에서도 확인할 수 있다.

이 프레임워크에서 BIPV 건물외피 범주를 개발하기 위한 옵션은 기능, 건축 시스템, 소재, 표면 처리 및 색상, 모양과 성능 측면에서 불가피하게 매우 다양할 수밖에 없다. 그러나 기존 태양광 적용분야와 달리 주로 건축 제품/시스템인 BIPV의 기본 특징을 고수하면 **건물외피**에 관한 정의의 기본방향을 정당화할 수 있다. 건물외피는 보통 하나의 조각으로 제작할 수 없기 때문에 **개별 부품**으로 세분화할 필요가 있다. 이 시스템을 고려할 때, 다양한 건축기술 문헌에 따른 기본적인 과학 용어들은 5 단계로 다음과 같은 순서로 구성될 수 있다.

- **적용분야 범주 (Application category)**
- **시스템 (System)**
- **모듈 (Module)**
- **구성요소 (Component)**
- **소재 (Material)**

제안된 범주화는, 보다 전문화된 "BIPV"와 더 작은 하위 시스템(부속품, 구성요소, 소재)의 전기기술적 기준에 건물외피(시스템) 건축용 주요 시퀀스와 관련되는 건축기술 접근방식을 일치시킴으로써 건물과 태양광 분야 경험을 토대로 한 통합적이고 아날로그적인 접근방식을 기반으로 BIPV에 대한 일련의 분류학적 원칙을 이행하고자 시도한다.

모든 범주화는 목표로 하는 범위에 적합하도록 설계되어야 한다는 점이 강조되어야 한다. 이는, 가능한 많은 접근방식이 있으며 조사의 규모(및 분석된 요소)가 특정 조사에 요구되는



만큼 작을 수 있다는 것을 의미한다. 여기서 목적은 건물에서 태양광 사용에 관한 것이고 규모는 건물외피이므로, 모듈, 구성 요소 및 소재에 적용되는 것과 같이 가장 작은 규모를 분석할 때는 몇 가지 단순화를 하였다. BIPV의 기술적 설계 옵션에 대한 보다 상세한 분석은 최근의 검토 논문 [6]을 참조할 수 있다.

표 1. BIPV 건물외피 분류 구조. 규범적 정의와 개별 수준에 대한 건축-기술적 기준이 포함되어 있다.

분류 기준	건물 기술 수준	사례
<i>규격 참고자료 (IEC 63092):</i>		
적용분야 범주	일체화, 경사 및 접근성 기준에 따른 적용분야 분류	경사 없이(수직으로) 장착하여 건물 내부에서 접근 가능
<i>건물외피 기술</i>		
시스템	기술적 건축 단위	커튼월
모듈	일반적으로 모듈을 대표하는 다기능 활성 요소에 대한 기술적 솔루션 . 일반적으로 요건과 건축기술 특징 측면에서 정의된다.	반투명 패널
구성요소	태양광모듈의 각 부품: 동일한 기술적 솔루션에 대해 실제로 건축 제품/시스템을 실현할 수 있는 다양한 기술적 대안들 을 찾을 수 있다. 하나의 구성요소는 일반적으로 성능 측면에서 정의된다.	로이(low-e) 코팅을 가진 초투명 강화 창유리
소재	하나의 요소/층을 구성하는 기본 소재	유리



적용분야의 범주와 관련하여 IEC 63092에 정의된 등급은 규격에 정의된 일체화 및 접근성 기준에 대한 시스템 적용 유형을 참조하기 위해 보고된 것이다. 범주화를 건물 시공 해석에 참조하기 위한 구체적인 목표와 함께 두 가지 다른 수준이 고려된다. 각 **시스템 범주**에서 건물외피 시스템의 분류는 기술 문헌에서 사용되는 것과 같이 벽, 파사드 및 창호를 실현하기 위한 주요 기술적인 대안으로부터의 특정 범주를 적용함으로써 **기술적인 건축**



단위로 식별된다. 각 모듈에서 활성 및 다기능 건물 요소(element)의 규모는 이전 시스템 내에서 특정한 기술적 요건을 충족시킬 수 있도록 다기능 태양광 "모듈"에 대한 기술적인 솔루션을 포함하기 위해 더욱 축소된다. 각 모듈은 관련 성능을 가진 기하학적 구조, 계층화, 소재 및 기술적 구성요소(components) 측면에서 실제 솔루션을 이행하고 시장 가용성과 제품 성숙도에 기반한 대안으로 기술적 세부사항을 실현함으로써 제작할 수 있다.



표 2. 정의된 계층적 범주화에 따른 파사드 시스템의 분석 사례

적용분야	시스템	모듈	
<p>사례:</p>  <p>Category D: 경사 없이 (수직으로) 장착하여 건물 내부에서 접근 가능</p>	<p>사례:</p>  <p>커튼월</p>	<p>사례:</p> 	
		<p>단열 반투명 창(예, 요건 = 투명도, 단열, 방음)</p>	
		<p>구성요소</p>	
			
		투명 창	태양전지
<p>소재</p>			
			
유리	결정질실리콘		
적용분야	시스템	모듈/구성요소/소재	
	커튼월	시스템을 실현할 기술적인 옵션	
접근성 및 일체화 범주가 정의된다	<p>건물외피 엔지니어링 접근방식에 따라 다양한 시스템이 사용될 수 있다. (예, 창호 시스템에 창유리 혹은 커튼월이 채택될 수 있다.)</p>	<p>요구하는 성능, 심미적 목적 등에 따라 가용한 제품과 소재로 다양한 기술적 대안들이 실현될 수 있다. (예, 성능 = 광투과율 90%, 열관류율 0.15 W/(m²K), 방음 처리 45 dB)</p>	



2 적용분야 범주

BIPV 규격 IEC 63092-1:2020 는 다음 기준의 조합에 따라 A~E 5 개의 설치(mount) 범주(category)로 구분한다.

- 건물외피에 일체화: yes/no
- 건물 내부로부터 접근가능: yes/no
- 경사: yes/no

“접근 불가(Not accessible)”는 태양광모듈이 손상되었거나 제거되어도 다른 건축 제품이 건물 내부로부터의 기계적 충격으로부터 계속 보호를 제공한다는 의미이다.

표 1. 규격 IEC 63092-1 에서의 BIPV 적용분야 범주

Category A	경사진, 지붕일체형, 건물 내부로부터 접근 불가 BIPV 모듈은 수평면으로부터 0°~75° 사이의 경사각도로 설치되며 [0°, 75°], 이 때 다른 하나의 건축 제품이 그 밑에 설치된다(노트 참조).	
Category B:	경사진, 지붕일체형, 건물 내부로부터 접근 가능 BIPV 모듈은 수평면으로부터 0°~75° 사이의 경사각도로 설치된다 [0°, 75°].	
Category C:	비경사(수직으로) 외피일체형, 건물 내부로부터 접근 불가 BIPV 모듈은 수평면으로부터 75°~90° 사이의 경사각도로 설치되며 [75°, 90°], 이 때 다른 하나의 건축 제품이 그 뒤에 설치된다(노트 참조).	
Category D:	비경사(수직으로) 외피일체형, 건물 내부로부터 접근 가능 BIPV 모듈은 수평면으로부터 75°~90° 사이의 경사각도로 설치된다 [75°, 90°].	
Category E:	외측일체형, 건물 내부로부터 접근 가능 혹은 불가능 4.1 절에서 정의된 바와 같이 BIPV 모듈은 건물의 요건을 제공하는 추가적인 기능 층을 형성토록 설치되는데, 예를 들면 발코니 난간, 셔터, 차양, 루버, 브리즈솔레일 등이다.	

노트: 하나의 BIPV 모듈은 다른 건축 제품(그림에서 점선으로 표시)이 있을 때는 접근 불가로 간주하는데, 이 제품은 (i) 모듈 내부 표면이 접촉되는 것으로부터 보호하고. (ii) 건물 내부로부터 접근할 수 있는 인근 부위에 큰 조각들이 떨어지는 것으로부터 보호한다.

보다 완전한 개요는 다음 규격에 기술되어 있다:

- IEC 63092-1:2020 Photovoltaics in buildings (건물에서의 태양광) - Part 1: Requirements for building-integrated photovoltaic modules (BIPV 모듈 요건)
- IEC 63092-2:2020 Photovoltaics in buildings - Part 2: Requirements for building-integrated photovoltaic systems (BIPV 시스템 요건)



3 시스템

고객들은 갈수록 더 적은 비용과 적은 자원으로 운영되고 또한 영감을 주고 즐거움을 주는 건물을 요구한다. 건물외피 시스템의 설계와 엔지니어링은 건축, 건물 물리학, 구조, 기하학, 유리 설계 및 소프트웨어 개발과 같은 많은 전문지식 분야에 의지한다. 따라서 수십 년 전의 상황과는 대조적으로, 복잡하고 획기적인 외피의 개념으로 건축과 엔지니어링을 통합하는 정교한 접근방식의 실행이 증가하고 있기 때문에 하나의 독특한 방식으로 분류 체계를 정의하는 것은 오늘날 거의 불가능하다.

건축환경에서, 지난 50년 동안 매우 다양한 시스템 분류가 등장하였다. 주요 목적은 건축 프로젝트 파트너 간의 규격화 및 데이터 교환을 지원하는 것이었다. 다양한 시스템 분류가 여러 국가와 기관에 의해 개발되어 왔다. 예를 들어, 북미의 AEC에서 사용되는 OmniClass [7]는 다양한 건축 정보에 대한 15개의 표(table)를 가지고 있다. 영국의 건축산업 분류 시스템 Uniclass 2015 [8]은 10개의 표를 가지고 있으며 ISO 12006-2:2015 [9]는 건축환경 분류 시스템의 개발을 위한 프레임워크를 정의한다.

1980년대 이후 공급 체인에서 대상을 식별하고 정보의 수집, 전송 및 저장과 관련한 규격화의 부족이 이탈리아 규격 UNI 8290:1981에 동기를 부여하였는데, 이는 통일된 규칙으로 건물 시스템을 질서정연하고 유기적으로 여러 단계의 수준으로 분해할 수 있도록 설계되었다. 분석적 추정(개별 작업 단위당 비용 참조)을 위해 수행된 작업의 논리에 따라 항목의 목록을 명확하게 표현하기 위한 목적으로 건물을 기술적 단위와 기술 요소로 분류한 것을 토대로 하나의 분류 시퀀스를 제시하였다. 오늘날 건물 정보 모델링(Building Information Modelling)에 기반한 관리 프로세스의 실행은 하나의 작업 분류 체계(Work Breakdown Structure: WBS)의 필요성을 상기시킨다 [10]. 건축산업을 위한 소프트웨어 상호 운용성을 보장하기 위한 전세계 표준으로 인정된 개방형 사양은 BuildingSmart (2016)라고도 알려진 International Alliance for Interoperability(IAI) 인터내셔널에 의해 개발되었으며 일반적으로 IFC 또는 Industry Foundation Classes (산업 기반 분류)로 알려져 있다. 여기서는 건물외피 시스템 분류 체계에 대한 간략한 검토가 제공된다. 2.2에서는 BIPV 시스템을 분류하기 위한 제안을 한다.

3.1 건물외피의 기존 분류 체계

3.1.1 미국의 건물외피 설계 가이드

건물외피 설계 및 건축에 관한 미국 연방 가이드에 따르면, "건물외피는 옥외 환경으로부터 건물 내부를 구분하는 모든 것을 포함한다" [11]. 건물외피는 자연의 힘과 인간의 가치 둘다에 대응해야 한다. 자연의 힘은 비, 눈, 바람 및 태양을 포함한다. 인간의 관심사는 안전, 보안 및 작업 성공을 포함한다. 외피는 울타리에 의해 그리고 내부와 외부 환경적인 힘 간의 균형을 유지함으로써 보호를 제공한다."

주요 건물외피 시스템은 다음을 포함한다.

- **외벽:** 구조적(건물에 대한 지지를 제공) 및 비구조적(건물 구조에 의해 지지됨) 모두
- **창호:** 창문 및 금속/유리 커튼월 모두
- **지붕:** 저경사 및 급경사 모두)



건물외피, 특히 벽, 지붕과 창호의 경우는 건물의 모든 서브시스템(하중 지지 구조, 기계적 서비스 등)에서 지배적인 시스템이다. 외피의 설계는 매우 복잡하며, 안전, 접근성 및 심미적 우수성과 함께 원하는 수준의 열, 음향, 빛 및 시각적 편안함을 보장하기 위해서는 많은 요소들이 평가되고 균형이 맞춰져야 한다. 선택한 구성요소 세트와 관련하여 다양한 분류방법이 개발될 수 있다. 그러므로 분류체계(taxonomy)의 노드를 결정하기 위해 분류 기준을 선택해야 한다. 따라서 분류 기준이 다르면 동일한 구성요소에 대해서도 분류체계가 달라진다. 벽, 창호 및 지붕을 고려하면서 미국 건물외피 설계 가이드와 규격 UNI 8290 [12](각각 그림 1과 2)이 제안한 아래 기준은 일부 분류 및 분류체계를 제외하고는 상당히 유사하다. 그림 3과 4에서는 건물 요소에 대한 다른 분류방법이 보고되어 있다. BIPV 건물외피와 구성 부품의 복잡성을 고려하여(BIPV 파사드 세부 사항의 예로서 그림 5 참조) 첫 번째 수준의 기술적 분류는 주요 하위 시스템, 즉 빌딩 외피의 주요 하위 시스템의 유형을 나타내는 기술적 건축 단위에 따라 수행될 수 있다. 분류에 대한 제안은 3.2 장에 소개되어 있다.

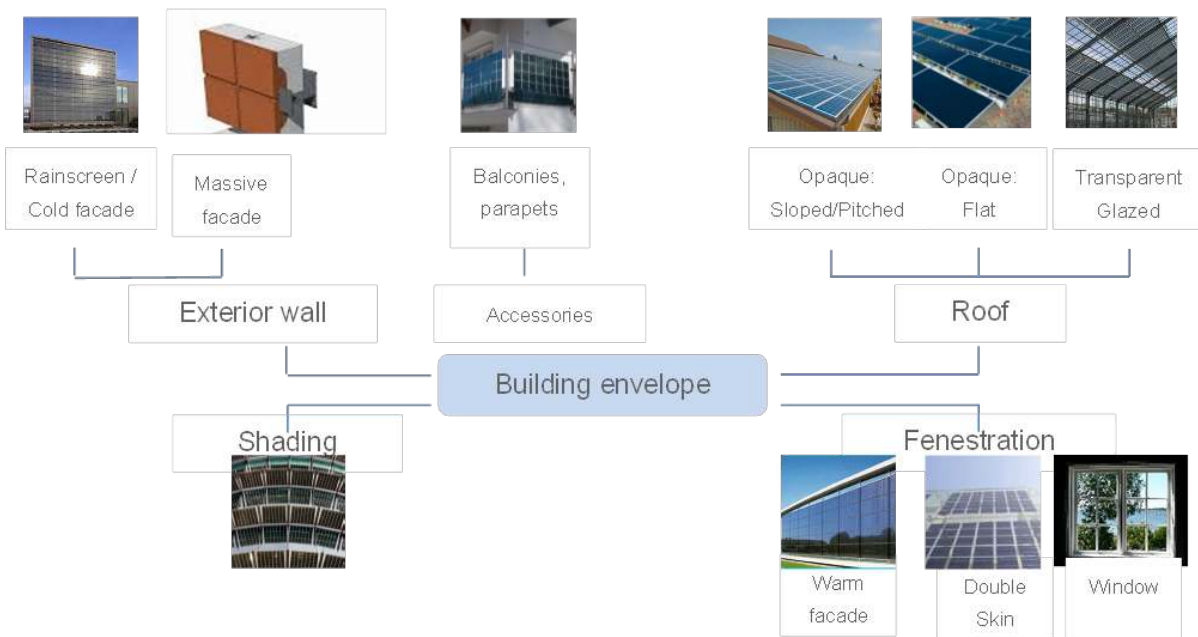


그림 1. BIPV 건물외피의 기술적인 건축 단위. Source: Building Envelope Design Guide, [11].



3.1.2 이탈리아 규격 UNI 8290

이탈리아 표준화 기구(Italian Organization for Standardization)는 주택용 건물의 기술적 건축 단위에 대한 분류 기준을 규격 UNI 8290 에 정의하고 있는데, 이는 통일된 규칙으로 건물 시스템을 질서정연하고 유기적으로 여러 단계의 수준으로 분해할 수 있도록 설계되어 있다. OmniClass®는 건축산업에 대한 종합 분류 시스템으로 프로젝트의 전 수명주기에 걸쳐 건축 환경(built environment) 전체의 분류에 대한 하나의 방법을 제공한다.

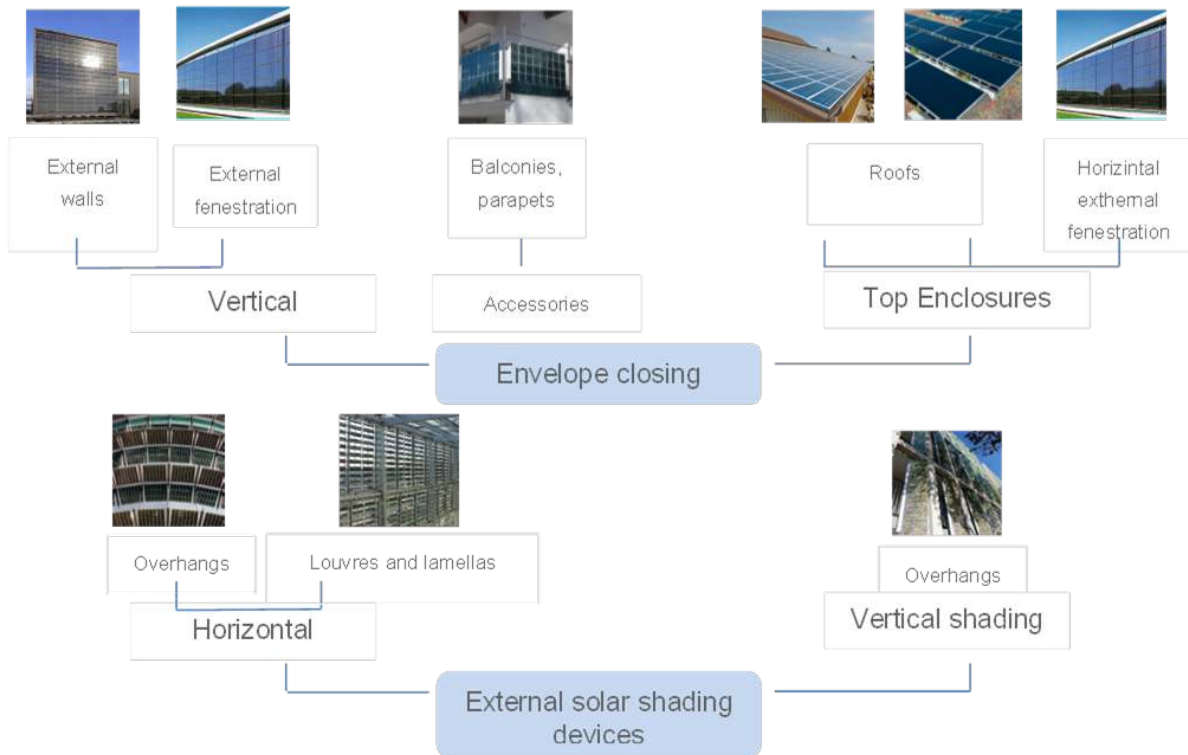


그림 2. BIPV 건물외피의 기술적인 건축 단위 (source: UNI 8290) [12].



3.1.3 분류 체계 – ASTM 과 Omniclass

ASTM E1557, Uniformat II 는 건물 요소(elements) 및 관련된 현장 시공에 대한 하나의 규격화된 분류방법을 정의한다. 이를 설계 프로세스에 통합하면 모든 프로젝트 참여자 사이의 의사소통과 협력의 향상, 설계의 가속화 그리고 생산성을 크게 증가시키는 결과를 가져온다.

		ASTM Measurement Units
B SHELL	B10 Superstructure	B1010 Floor Construction B1020 Roof Construction
	B20 Exterior Enclosure	B2010 Exterior Walls B2020 Exterior Windows B2030 Exterior Doors
	B30 Roofing	B3010 Roof Coverings B3020 Roof Openings

그림 3. ASTM Uniformat II 의 건물 요소에 대한 분류 (E1557-97) [13]

OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Table 22 Reference
21-01 90 30 60				Ground Freezing	22-31 54 00
21-01 90 30 70				Slurry Walls	22-31 56 00
21-01 90 40			Soil Treatment		22-31 31 00
21-02 00 00	Shell				
21-02 10		Superstructure			
21-02 10 10			Floor Construction		
21-02 10 10 10				Floor Structural Frame	
21-02 10 10 20				Floor Decks, Slabs, and Toppings	
21-02 10 10 30				Balcony Floor Construction	
21-02 10 10 40				Mezzanine Floor Construction	
21-02 10 10 50				Ramps	
21-02 10 10 90				Floor Construction Supplementary Components	
21-02 10 20			Roof Construction		
21-02 10 20 10				Roof Structural Frame	
21-02 10 20 20				Roof Decks, Slabs, and Sheathing	
21-02 10 20 30				Canopy Construction	
21-02 10 20 90				Roof Construction Supplementary Components	
21-02 10 80			Stairs		
21-02 10 80 10				Stair Construction	
21-02 10 80 30				Stair Soffits	
21-02 10 80 50				Stair Railings	
21-02 10 80 60				Fire Escapes	22-05 51 23
21-02 10 80 70				Metal Walkways	22-05 51 36
21-02 10 80 80				Ladders	22-05 51 23

그림 4. Omniclass Table 21 – 건물 요소 [7]



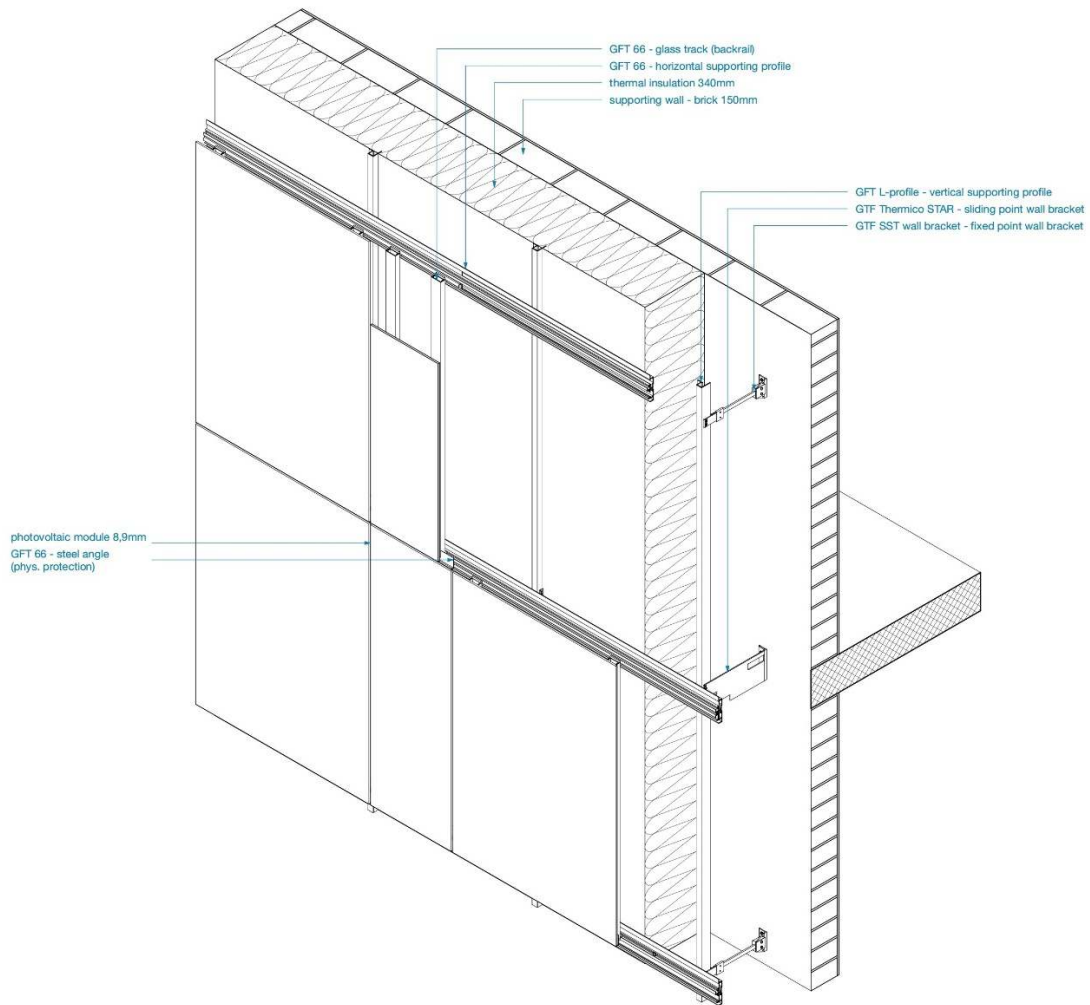
3.2 BIPV 시스템의 분류 제안

제안된 BIPV 시스템 범주에서는 벽, 파사드와 창호를 실현하기 위한 주요 기술적인 대안과 관련되는 건축기술 문헌으로부터 부각된 특정 범주화의 채택을 통해 건물외피 시스템의 분류가 기술적 건축 단위로 확인된다. 다양한 기준을 토대로 최근 몇 년 동안 많은 제안이 문헌에 등장하였다 [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20].

이 장에서는 기존의 태양광 적용분야와 달리 주로 건축 시스템인 BIPV의 기본 특성에 충실하고자 한다. 이 프레임워크에서는 BIPV를 건물외피 시스템으로 정의하고 이를 건축 공사 구조와 관련되는 개별 기능 부분으로 세분화하는 기본 방향을 채택한다. 기존 건축에서 주요 건물외피 건축 시스템의 정의는 다음과 같이 그룹화할 수 있다.

- **지붕:** 파사드에 의해 구별될 수 있는 상판을 가진 전통적인 건물 건축에서 지붕은 보호를 제공하고 옥내와 옥외 환경을 구분하는 상판 덮개이다 (적용분야 카테고리 A와 B).
- **파사드:** 지붕으로 구별될 수 있는 외측 벽이 있는 전통적인 건물 건축에서 파사드는 수직(또는 경사진) 외부 표면으로 건축의 쇼케이스이며 옥내와 옥외 환경을 구분한다. (적용분야 카테고리 C와 D).
- **외측일체형 장치:** 외부 환경과만 접촉하는 건물외피의 요소와 시스템 (적용분야 카테고리 E).

그러나 계속 이어지는 외피나 지붕 같은 복잡한 건물외피에서는 파사드와 다른 요소들을 쉽게 구분할 수 없다. 건축 요소 외에도 전기적인 태양광시스템을 완성하는 다른 요소들이 있는데, 계통연계 설치 시의 핵심 구성요소인 DC/AC 인버터 (혹은 DC/DC 변환 기능을 가진 옵티마이저)를 포함하는 전력변환 장비 혹은 다른 전자제어와 보안장치, 케이블링, 정션박스과 연결 박스, 저장 시스템 등이다. 이들 모두는 BIPV 시스템 설계에서 고려되어야 한다.



Gasser Fassadentechnik AG

Project name
Residential Building Renovation
Hofwiesenstrasse
Plan name
Axonometry - Schematic Drawing
Source of detail
Viridén + Partner AG
Scale
A3 - 1:20
0 5 10 20
3D drawn by
BUK-ETHZ
Date of creation
17.06.2019
SOLARCHITECTURE
Sustainable building material
BUK / ETH zürich

그림 5. BIPV 파사드 시스템. 스위스 Zurich 다가구 건물 보수, Viriden+Partner (source: www.solarchitecture.ch).



보다 전문화된 "분류체계"가 더 작은 서브시스템(모듈, 구성요소, 소재)에 도입될 것이다. 그림 6은 BIPV 시스템에 대한 개략이고, 그림 7은 그래픽으로 나타낸 것이다.

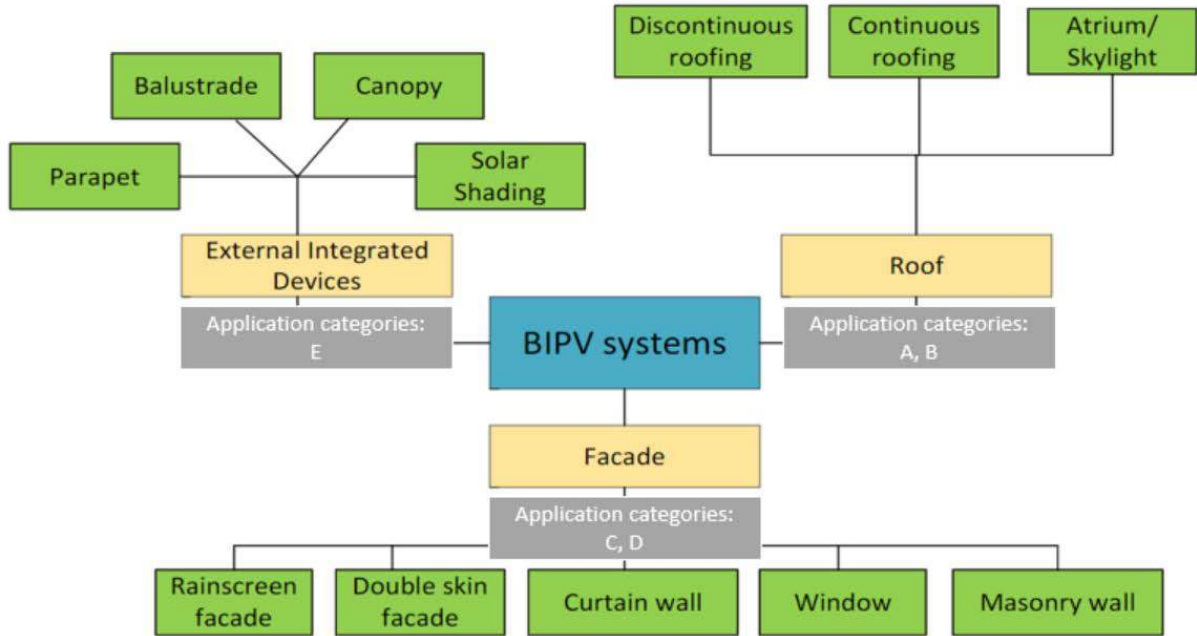


그림 6. BIPV 시스템 분류.

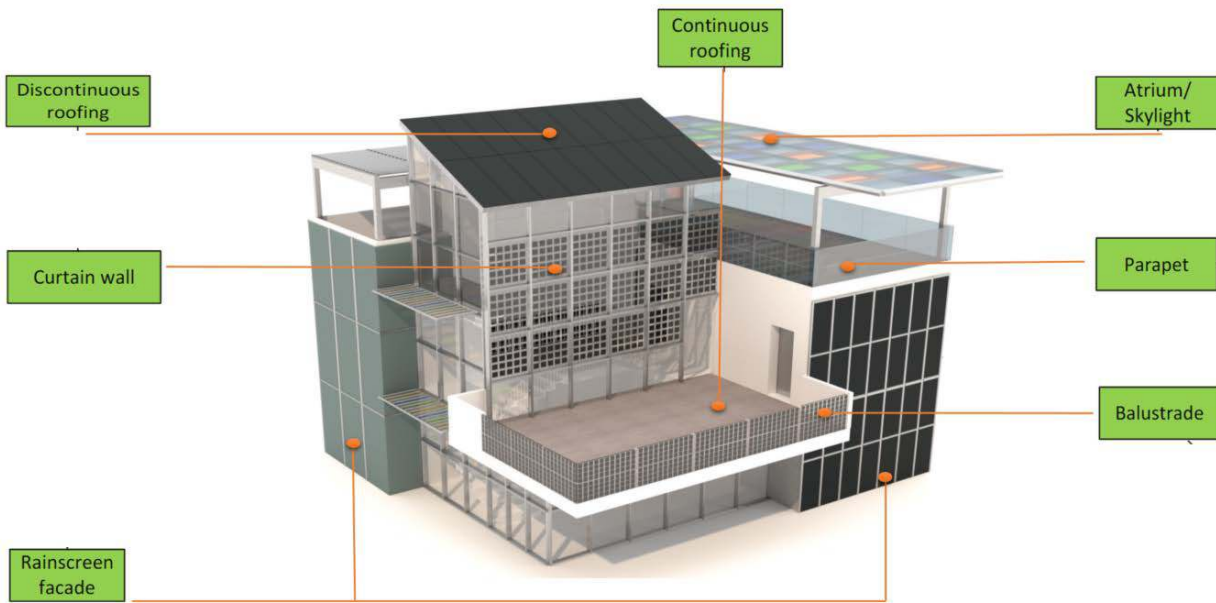


그림 7. 실제 건물에서의 BIPV 시스템 사례 (source: SUPSI)





표 2. BIPV 시스템의 목록과 설명



지붕 (ROOF)	
<p>지붕은 전통적인 건물의 건축에서 옥내와 옥외 환경을 구분하는 건물외피의 한 부분으로 보호를 제공하고 상판 덮개로 식별된다.</p>	
<p>불연속 지붕 Discontinuous roof</p>  <p>(source: Schweizer AG)</p>	<p>"불연속 지붕"은 일반적으로 배수를 주요 기능으로 하는 작은 요소(타일, 슬레이트, 싱글 등)로 구성된 경사진(pitched/sloped) 불투명 외피 부분이다. 최적의 경사각과 설치가 간편하다는 장점 때문에 태양광기술 적용이 첫 성공을 거둔 건물외피 부분이다. BIPV는 일반적으로 지붕 층의 부분을 형성하는 지붕타일로 구성된 불연속 요소의 일부이다.</p>
<p>연속 지붕 Continuous Roof</p>  <p>(source: Flisom)</p>	<p>평탄하거나 곡선형 지붕인 '연속 지붕'은 대형의 중단됨이 없는 층을 특징으로 하며 방수를 주된 기능으로 한다. 보통, 멤브레인은 물 침투 방벽으로 사용된다. 첫 번째 적용분야에서 태양광은 주로 지붕 위에 위치하였다 (BAPV). 경량 및 자체 지지 시스템은 2 세대 태양광 적용분야이다 (BIPV). 건물외피의 다중 기능 부분으로서 태양광을 통합하기 위해 플렉시블 막, 태양광 바닥재(solar flooring) 및 기타 솔루션을 사용할 수 있다.</p>
<p>아트트리움/천창 Atrium/Skylight</p>  <p>(Source: Onyx Solar)</p>	<p>이들은 빛을 투과시키면서 지붕의 전부 또는 일부를 덮는 건물 요소이다. 일반적으로 채광을 위해 (반)투명하며, 옥내 환경을 보호할 때는 열, 음향 및/또는 방수 기능이 추가된다. 그렇지 않으면, 옥외(난방이 되지 않는) 구역(아트트리움)을 보호할 경우 막아주는 역할을 주로 한다. 고정시키거나 열거나 접을 수 있다.</p> <p>태양광기술은 일반적으로 유리를 사용하는 glazed 층의 부분으로 결정질 또는 박막 태양광기술을 적용하며 투명도와 시각적 외관을 다양하게 바꿀 수 있다.</p>





파사드 (FAÇADE) 지붕으로 구별할 수 있는 수직(혹은 경사진) 외측 벽이 있는 전통적인 건물 건축에서 파사드는 건축의 쇼케이스이며 옥내와 옥외 환경을 구분하는 건물의 외부 표면이다.	
<p>커튼월 Curtain wall</p>  <p>(Source: Ertex Solar)</p>	<p>파사드는 외부의 연속적인 건물외피 창호 시스템인데, 전체 또는 일부에 유리를 사용하며 외부 구성요소가 비구조성의 하부 구조물에 의해 지지되는 패널로 구성되어 있다. 커튼월은 그 건축방식을 언급하는 것으로, 건물의 상단 둘레에 파사드가 매달려 있고 공기와 물의 침투에 견딜 수 있도록 국부적으로 고정되어 있으며 그리고 일반적으로 유리창으로 채워진 압출 알루미늄 프레임(스틸, 목재 등)으로 설계되기 때문이다. 파사드는 하중 지지 기능, 방음과 단열, 빛 투과, 방수 등과 같은 다양한 요건을 충족한다. "Warm 파사드"의 경우는 유닛화된 외피 층이며 옥외와 옥내 환경을 나뉜다. 이는 스틱(stick) 시스템, 유닛화된 커튼월, 구조적 실란트 글레이징(Structural Sealant Glazing: SSG), 포인트 고정 또는 현수 파사드와 같은 다양한 건축 시스템으로 구현될 수 있다. 가장 기본적인 형태는 창문인데, 더 복잡한 형태에서는 복잡한 이중외피 파사드를 구현하는 데 사용될 수 있다. 태양광은 일반적으로 유리-유리 요소의 형태로, 결정질실리콘 또는 박막 기술능 사용하며 다양한 투명도와 시각적 외관 가능성을 가진 바깥 클래딩 층의 일부이다. 일반적으로 유리는 적절한 단열을 보장하기 위해 IGU(이중 또는 삼중 유리)를 사용한다.</p>
<p>레인스크린 Rainscreen</p>  <p>(Source: Viridén + Partner)</p>	<p>"콜드(cold)" 또는 환기식 파사드로도 알려져 있는데, 하중을 견디는 하부 구조, 공극 및 클래딩으로 구성되어 있다. 여름에는 보통 하단과 상단 개구부를 통해 자연스럽게 환기되는 공동(cavity) 덕분에 태양으로부터 오는 열이 소멸된다. 레인스크린은 후방 환기를 강화시키는데 이상적이다. 그 범주는 하단에 개구부를 가진 "통기식(vented)"; 하단과 상단 모두에 "환기식(ventilated)" 개구부; 공기 공동 내에 구획을 가진 "압력 균등화(pressure equalized)" 레인스크린으로 나눌 수 있다. 다양한 접합부와 고정 옵션을 가진 것을 포함해 많은 건축 모델과 기술적 솔루션이 시중에 나와 있다. 일반적으로 태양광 요소는 불투명, 비활성 건물 클래딩 패널에 유사하게 통합시킬 수 있으며 특히 유리 맞춤형(색상, 텍스처, 크기 등) 덕분에 다수의 심미적 배치형태를 가질 수 있다. (그림 6 참조)</p>
<p>이중 외피 파사드</p>  <p>Double Skin Facade</p> <p>(Source : smartflex)</p>	<p>이중 외피 파사드는 중간 빈 부분을 통해 공기가 흐를 수 있는 두 개의 유리 층으로 이루어져 있다. 20 cm에서 수 미터까지 이르는 이 공간은 고온과 저온 모두에서 건물의 열효율을 향상시키면서 극한의 온도, 바람, 소리의 차단 역할을 한다. 바깥 파사드가 이 경우에는 비록 단열을 필요로 하지 않지만 태양광은 커튼월에 유사하게 적용될 수 있다. 따라서, 이는 흔히 단열 유리 유닛(IGU)라기보다는 유리 라미네이트이다.</p>



파사드 FAÇADE (next)	
<p>창 Window</p>  <p>(Source: Physee)</p>	<p>창은 빛과 가끔은 공기가 건물 안으로 들어오게 하고 또한 외부 조망을 가능하게 하는 유리로 된 벽이다. 창문은 고정되고 올타리가 있는 건축의 발전과 동시에 생긴 매우 오래된 발명품의 하나로서 건물 건축, 공간 설계, 기후 조건, 기능, 기술 및 성능 등과도 밀접한 관련이 있다. 태양광은 기존의 태양광 glazing 또는 일부 혁신적인 적용분야에 통합될 수 있다.</p>
<p>석축 벽 Masonry Wall</p>  <p>(source: Flisom)</p>	<p>"장벽 벽(barrier wall)" 또는 "매스 월(mass wall)"은 벽돌, 석재 또는 콘크리트 소재로 조립된 외벽인데, 이들 소재들은 대량의 빗물 침투나 수분의 침투에 견딜 수 있는(예: 프리캐스트 콘크리트 벽, 외부 단열 및 마감 시스템 EIFS, 기타) 최외벽 표면과 건축 접합부의 비바람에 견디는 일체성에 주로 의존하거나 혹은 대량의 빗물 침투에 효과적으로 저항하기 위해 벽 두께, 저장 용량 그리고 (석조 건축에서) 석축 단위와 모르타르 사이 접착 친밀도의 조합에 의존한다.</p>

외측일체형 장치 (EXTERNAL INTEGRATED DEVICES)	
외부 환경과만 접촉하는 건물외피의 요소와 시스템.	
<p>난간 (옥상) Parapet</p>  <p>(Source: solarinnova)</p>	<p>난간은 지붕의 가장자리에 있는 보호 장벽이다.</p>
<p>난간 (발코니) Balustrade</p>  <p>(Source: energyglass-STG)</p>	<p>난간은 테라스, 발코니, 통로 혹은 기타 구조물의 가장자리에 있는 보호 장벽이다.</p>



외측일체형 장치 EXTERNAL INTEGRATED DEVICES (next)	
<p>캐노피 Canopy</p>  <p>(Source: Onyx Solar)</p>	<p>캐노피는 덮개가 부착된 울타리가 없는 지붕 또는 구조물로, 기상조건에 대응하여 그늘이나 대피소로서의 기능을 제공할 수 있다. 이러한 캐노피의 지지는 그것이 부착된 건물이나 천으로 덮인 정자와 같은 지상 장착 또는 독립형 구조물에 의해 이루어진다.</p>
<p>일사 차폐 Solar Shading</p>  <p>(Source: Colt)</p>	<p>일사 차폐(solar shading)는 건물 안으로 들어오는 태양열 취득과 가시광선의 양을 최적화하는 데 사용될 수 있는 셔터, 블라인드, 루버 또는 차양과 같은 태양빛 제어장치를 포함한다.</p>



4 모듈

BIPV 모듈은 가능한 거의 모든 외피 적용분야에 맞게 다양한 형상과 크기로 만들어 질 수 있다. 다음 섹션에서는 모듈특성과 적용분야를 토대로 시장에서 가용한 BIPV 제품의 일반적인 범주를 제공한다. 그러나, 현재의 태양광기술과 복합소재의 기술 발전은 아직 실현되지 않은 새로운 BIPV 모듈의 개발을 가능하게 할 수 있다. BIPV 모듈의 기술 설계 옵션에 대한 보다 상세한 분석은 최근 검토 논문에서 확인할 수 있다 [6].

투명도를 토대로 한 범주화

BIPV 제품은 광학적 투명도에 따라 다음과 같이 범주화할 수 있다:

불투명 (Opaque): 가시광선을 투과시키지 않는 모듈을 지칭한다.

반투명 (Translucent): 가시광선을 대부분 산란 투과시키는 모듈을 지칭하는데, 이를 통해서는 물체가 명확히 보이지 않는다.

투명 (Transparent): 눈에 될 정도의 산란이 없이 가시광선을 투과시키는 모듈을 지칭하는데, 이를 통해서는 물체가 명확히 보인다.



그림 8. 불투명 파사드 (왼쪽, source: Sunovation) 와 투명 창호 (오른쪽, source: Physee)



그림 9. 단결정실리콘(c-Si) 태양전지로 만든 반투명(semi-transparent) 창 (왼쪽, source: Ertex Solar) 과 염료감응 태양전지로 만든 컬러 투명 창 (오른쪽, source: Alain Herzog, Architect: Richter Dahl Rocher)

위에 언급한 범주의 조합으로 중간의 범주도 존재한다.

- **Semi-transparent:** 눈에 될 정도의 산란이 없이 가시광선을 투과시키지만 불투명 태양전지의 사용으로 인하여 부분적으로 조망이 방해를 받는 모듈을 지칭한다.
- **Semi-translucent:** 가시광선을 대부분 산란 투과시키며 불투명 태양전지의 사용으로 인하여 부분적으로 조망이 방해를 받는 모듈을 지칭한다.

평면성(planarity)을 토대로 한 범주화

- **평탄형 (Flat):** 하나의 단일 평면으로 나타낼 수 있는 모듈을 지칭한다.
- **곡선형 (Curved):** 하나의 단일 평면으로 나타낼 수 없는 모듈을 지칭한다.

기계적 뻣뻣함(rigidity)을 토대로 한 범주화

- **플렉시블 (Flexible):** 곡면(자주 사용되는 하중 조건)에 맞게 휘 수 있고 평면에도 장착할 수 있는 모듈을 지칭한다.
- **뻣뻣한 (Rigid):** 유연하지 않는(일반적으로 육안으로 보이지 않는 허용 가능한 편향이 없으면 자주 사용되는 하중 조건에서 형태가 바뀌지 않아야 함) 모듈을 지칭한다. 뻣뻣한 형상을 가진 곡선형의 모듈은 이 범주의 것으로 간주한다.

사이즈를 토대로 한 범주화

- **대형 (Large):** 가로 세로 어느 한쪽이라도 2.6 미터를 초과하거나 양쪽 모두 2.1 미터를 초과하는 모듈을 지칭한다 [21].
- **싱글 (Shingle) (혹은 슬레이트나 타일):** 가로 세로 모두 0.9 미터 이하인 모듈을 지칭한다.
- **정규 (Regular):** 위 2개 범주에 들어가지 않는 모듈을 지칭한다.



그림 10. 정규 모듈을 사용한 평탄형 불연속의 뺏뺏한 지붕 (왼쪽, source: Schweizer) 과 대형 플렉시블 모듈을 사용한 곡선형 주차장 지붕 (오른쪽, source: Flisom)

단열을 토대로 한 범주화

- **단열형 (Insulated):** $2.7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ 이하의 열관류율(U value)을 가진 모듈을 지칭한다.
- **비단열형 (Non-insulated):** $2.7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ 이상의 열관류율(U value)을 가진 모듈을 지칭한다.

다음과 같은 범주화도 포함시킬 수 있다.

표준형 (Standard): 통상적으로 어떤 특정한 건물외피 시스템이나 적용분야를 위해 개발된 것이 아닌 "기준/표준형" 모듈을 지칭한다.

맞춤형 (Customized): 기본 건축적인 요소를 맞춤 제작할 수 있는 기회는 다양한 상황에 대한 태양광의 높은 적응성을 가능하게 하는 상당한 수준의 설계 유연성을 가능하게 한다. 맞춤형은 소재에서부터 크기, 심미적 및 건축 측면을 포함하는 시스템 수준에 이르기까지 다양하다.



그림 11. 스위스 Romanshorn의 Alleestrass에 있는 다가구 주택용 건물에 표준형 태양광 건축 언어의 사용 (왼쪽, source: Viridén + Partner) 과 독일 Stuttgart에 있는 Z3 시범 건물에 사용된 맞춤형 태양광 glazing에서의 위장된 외관 (오른쪽, source: Ed. Züblin AG)



5 구성요소

BIPV 모듈의 설계에는 정규 모듈에 대비하여 더 좋은 건축적 성능과 외관을 위해 몇 가지 개선 사항이 포함되어 있다. 태양광모듈의 각 다른 구성요소는 건물의 요건에 더 잘 맞추기 위해 어느 정도 수정될 수 있다. 또한 PV 모듈은 다중 유리 구조로 구성될 수 있는데, 여기서 태양광 라미네이트는 유리 구성 단위의 바깥 창이다.

다음은 태양광모듈의 기본 구성요소에 대한 정의이다 [22].

태양전지 (PV cell)

(이는 태양광 소재, 금속 접촉 핑거나 TCO 그리고 반사방지 코팅으로 구성) 이는 태양 복사에너지를 전기로 변환시키는 (BI)PV 모듈의 기본적인 단위이다.

(BI)PV 봉지재 (encapsulation)

수분과 다른 환경 스트레스로부터 태양전지와 금속전극을 보호하고 전기적 절연을 유지하며 라미네이트 층 사이를 접착시키고 유효 파장의 태양광 조사량을 투과시킨다 [23].

(BI)PV 프론트커버 (front cover)

태양광모듈의 앞쪽을 구성하는 하나 이상의 투명한 층으로 만들어진 시트. 봉지된 태양전지와 회로의 환경적 보호와 전기적 절연 기능을 제공한다.

(BI)PV 백커버 (back cover)

태양광모듈의 뒷쪽을 구성하는 하나 이상의 층으로 만들어진 시트. 봉지된 태양전지와 회로의 환경적 보호와 전기적 절연 기능을 제공하며 기계적 강도 및 화재 안전 같은 건축 관련 성능 요건을 보장할 수도 있다.

(BI)PV 라미네이트 (laminates)

프론트커버, 봉지재, 태양전지, 회로(예, 버스바와 스트링 상호연결), 백커버를 결합시킨 결과물. 태양광모듈은 정션박스과 가장자리 실링 같은 구성요소 설계의 부분으로 보완된다 (프레임은 의무 사항이 아님).

정션박스 (junction box)

태양광모듈 위에 있는 폐쇄 또는 보호된 외함으로 회로가 전기적으로 연결되어 있고 필요한 경우 보호 장치가 설치될 수 있다.

바이패스 다이오드 (bypass diode)

음영이 생긴 셀 또는 파손된 셀을 전류가 우회할 수 있도록 순방향으로 하나 이상의 셀에 걸쳐 연결된 다이오드. 바이패스 다이오드는 설치 후 음영이 발생할 확률이 높기 때문에 BIPV 모듈에서 특히 중요하다.



6 소재

IEA PVPS Task 13내에서 ST1.1에는 태양광 소재에 대한 최신 현황이 요약되어 있다 [24]. 여기서는 이 요약을 토대로 문헌 [25, 26]에 기술된 내용을 포함시켜 기술하고자 한다.

일반적인 태양광모듈은 전면의 보호층(유리 또는 폴리머 프론트시트), 후면 커버층(창유리, 폴리머 백시트 또는 특수 건축소재로 구성된 백커버)으로 봉지된 다수의 상호연결된 태양 전지로 구성된다. 이 다중 소재 복합체는 프레임(보통 알루미늄)으로 둘러싸여(의무적이지 않음) 추가적인 구조적 지지력을 가지게 되며 모듈 장착에 중요한 역할을 하게 된다. 태양광 활성층에서 생성되는 전류는 모듈 외부에 설치된 정선박스 내에 연결된 금속 와이어/리본을 통해 전도된다. 사용 중인 소재는 다음과 같다.

(BI)PV 프론트커버 (front cover)

프론트커버는 일반적으로 입사광에 대한 투명도, (2) 태양전지의 구조적 보호, (3) 수분과 산소 침투에 대한 장벽의 최소 세 가지 기능을 수행한다.

- **저철분 (<120 ppm Fe) 플로트 유리 또는 강화 유리.** 표면에 광 흡수를 증가시키거나(반사방지 코팅) 먼지 축적을 감소시키거나(오염방지 코팅) 혹은 BIPV 모듈(코팅, 프론트)에 색깔을 넣기 위해 기능성 코팅을 추가할 수 있다 [27].
- **경량 및 플렉시블 모듈용의 폴리머 프론트시트** (예, ETFE 또는 FEP 필름 같은 불소 폴리머).

(BI)PV 봉지재 (encapsulant)

봉지재는 다음과 같은 기능을 충족하여야 한다: (1) 물과 기타 환경 스트레스로부터 셀과 금속전극을 보호하고, (2) 전기적 절연을 유지하고, (3) 라미네이트 층 사이에 접착력을 제공해야 하고, (4) 태양광 유효 파장(c-Si 셀의 경우 300~1100 nm) 범위에서 투과도가 높아야 한다 [23].

- **폴리 (에틸렌-코-비닐 아세테이트) (EVA);** 에틸렌과 비닐 아세테이트의 코폴리머; 태양광모듈에서 사용되는 가장 유명한 소재 (특히 기존 플랜트의 경우)
- **폴리비닐 부티랄 (PVB);** 열가소성 수지; 강한 결합, 인성과 유연성을 요구하는 적용분야에 대부분 사용된다; 우선적으로 BIPV 용의 유리/유리 모듈에 사용된다.
- **폴리올레핀 (PO)** 엘라스토머와 열가소성 엘라스토머 (각각 POE와 TPO); 최근 개발된 봉지 소재 [28].
- **이오노머;** 수증기 투과율이 매우 낮아 습도에 민감한 박막 태양전지용으로 흔히 사용된다.
- **실리콘** (경화와 비경화 시스템); 화학적으로 불활성 → 신뢰성이 매우 좋음;
- **폴리메틸 메타아크릴레이트 (PMMA),** 열가소성 엘라스토머.



PV- 활성화 소재 (active materials) / 태양전지 (solar cells)

최근의 스마트 와이어(Smart Wire) [29], 멀티 와이어(multi-wire) [30] 및 싱글(shingle) 상호 연결 [31] 기술은 얇은 금속 와이어(지름 200~300 μm)를 사용하여 새로운 모듈 설계를 가능하게 한다.

- 결정질실리콘 (c-Si); 단결정(mono-crystalline) 실리콘 또는 다결정(poly-crystalline) 실리콘; 가장 널리 사용되는 태양광 활성 소재; 양면형 태양전지로도 이용 가능한 결정질실리콘 셀은 전도성 금속 리본 또는 와이어(구리 또는 은)를 통해 연결되는데, 솔더 본드(주석-납 솔더 혹은 무연 시스템) 또는 전도성 접착제(폴리머 매트릭스와 μm 스케일 Ag 입자)를 통해 셀에 연결된다.
- 박막 태양전지: CdTe, CIGS, CIS, a-Si, 유기 분자, 페로브스카이트.

(BI)PV 백커버 (back cover)

백커버는 (1) 환경 스트레스로부터 보호 역할, (2) 태양광모듈 전체의 전기적 절연 보장 (3) 기계적 지지 및 (4) BIPV 모듈에 색상 및/또는 불투명도를 제공해야 한다 [6].

- **창유리 (glass pane)**
- **건축 소재 패널** (예, 스틸, 복합소재 라미네이트)
- **폴리머 소재** 아래 소재의 층들로 된 (다층 백시트) [32]:
 - 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET); 기계적 강도가 높고 전기 비저항이 높다; 대부분의 백시트 스택의 내부 코어로 사용된다.
 - 플루오로폴리머: 폴리비닐 플루오라이드 (PVF, Tedlar로 알려짐) 혹은 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF); 내후 안정성이 높음 → 외부 층을 위한 소재.
 - 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE) 혹은 EVA; 봉지재에 접착력이 좋음 → 내부 층.
 - 폴리아미드 (PA); 외부와 내부 층을 위한 불소(F) free 대안 (PET 코어에 라미네이트).
 - 폴리프로필렌 (PP); 새로운 소재; 모두 공압출한 폴리올레핀3-층; 백시트에 사용.

프레임과 가장자리 실링 (Frame and edge sealing)

대부분의 BIPV 모듈은 프레임 없이 장착되지만 일부는 접착제(대부분 폴리실록산)를 통해 패널에 연결되는 알루미늄 프레임으로 보호된다. 봉지재 내부로의 수분 침투와 관련하여 접착층과 프레임은 추가적인 확산 장벽의 역할을 제공한다. 프레임이 없는 유리/유리 모듈에는 외부의 수분 침투를 방지하기 위해 폴리머 소재의 가장자리 실란트를 사용하는 경우가 많다(대부분 폴리이소부틸렌).



7 BIPV 시스템의 용어 사전

다음 표에서는 3.2 장에 정의된 BIPV 시스템의 용어를 기술 문헌에서 가장 널리 사용되는 동의어와 함께 정리하였으며 다양한 나라 언어로의 번역도 같이 하고 있다. 동의어는 해당 분야에서 가장 일반적으로 사용되는 이 범주 하에서 동일/유사 시스템을 설명하는 데 사용된 다른 명명을 포함하기 위한 것이다.

표 3. BIPV 시스템의 용어 사전

지붕 ROOF	
불연속 지붕 Discontinuous roof	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Cold or ventilated roof, shingled roof, tiled roof, slate roof, pitched roof; sloped roof
 (Source: Schweizer AG)	ITALIAN / ITALY: copertura con manto discontinuo
	DUTCH / NETHERLANDS: schuin dak
	SPANISH / SPAIN: cubierta discontinua
	FRENCH / FRANCE: Couverture de petits éléments
	GERMAN / AUSTRIA: In-Dach-System
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: gedecktes Dach, schuppengedecktes Dach, tafeldedecktes Dach
	JAPANESE / JAPAN: 勾配屋根, 傾斜屋根
	CHINESE / CHINA: 坡屋顶
	FRENCH/ CANADA: couverture discontinue
SWEDISH/SWEDEN: Taktäckning med mindre enheter (t.ex. tegeltak, shingeltak)	
연속 지붕 Continuous Roof	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Flat/Planar Roof, low-sloped roof, corrugated iron roof, metal roof
 (Source: Flisom)	ITALIAN / ITALY: copertura con manto continuo
	DUTCH / NETHERLANDS: plat dak
	SPANISH / SPAIN: cubierta continua
	FRENCH / FRANCE : Couverture de grands éléments
	GERMAN / AUSTRIA: Flachdach
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Foliendach, gedichtetes Dach, Blechdach
	JAPANESE /JAPAN: 平板屋根,フラットルーフ
	CHINESE / CHINA: 平面屋顶
	FRENCH/ CANADA : couverture en continue
SWEDISH/SWEDEN: Taktäckning med större enheter (t.ex. plåttak, duktak, papptak)	





지붕 ROOF	
아트리움/천창 Atrium/Skylight	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Glazed roof, (semi)Transparent roof, Overhead glazing
 <p>(Source: Onyx Solar)</p>	ITALIAN / ITALY: atrio (atrium), copertura vetrata (glazing roof), lucernario (skylight)
	DUTCH / NETHERLANDS: large: atrium; small residential version: veranda
	SPANISH / SPAIN: cubierta acristalada (glazing roof); atrio (atrium);
	FRENCH / FRANCE : puit de lumière
	GERMAN / AUSTRIA: Dachfenster, Oberlicht
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Glasdach, Oberlicht, Atrium
	JAPANESE / JAPAN: アトリウム/トップライト, 天窓, 스카이라이트
	CHINESE / CHINA: 中庭/天窗
	FRENCH/ CANADA : puits de lumière; lanterneau
	SWEDISH/SWEDEN: glastak, atrium, takfönster
파사드 FACADE	
커튼월 Curtain wall	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Warm facade
 <p>(Source: Ertex Solar)</p>	ITALIAN / ITALY: facciata continua
	DUTCH / NETHERLANDS: gevel, façade
	SPANISH / SPAIN: muro cortina
	FRENCH / FRANCE : Mur-rideau
	GERMAN / AUSTRIA: Vorhangfassade
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Vorhangfassade, Pfosten-Riegel-Fassade (PR-Fassade), Riegel-Pfosten-Fassade (RP-Fassade), Elementfassade, Warmfassade
	JAPANESE / JAPAN: 커튼ウォール(Curtainwall), ノックダウン 커튼ウォール(Stick system), 유니트커튼ウォール (Unitized curtain-wall system), 構造接着構法 or SSG 構法 (Structural bonding-SSG)
	CHINESE / CHINA: 玻璃幕墙
	FRENCH / CANADA: mur-rideau
	SWEDISH/SWEDEN: Glasfasadsystem
레인스크린 Rainscreen	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Ventilated facade, cold faCade, cavity wall
 <p>(Source: Viridén + Partner)</p>	ITALIAN / ITALY: facciata ventilata
	DUTCH / NETHERLANDS: vliesgevel, glasgevel
	SPANISH / SPAIN: fachada ventilada
	FRENCH / FRANCE : Façade ventilée
	GERMAN / AUSTRIA: hinterlüftete Fassade
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: (vorgehängte) hinterlüftete Fassade; Kaltfassade
	JAPANESE / JAPAN: 通気壁構法(Rainscreen, Cold faCade), 換気型ファサード(Ventilated faCade)
	CHINESE / CHINA: 雨幕/覆盖板墙
	FRENCH / CANADA: façade ventilée
	SWEDISH/SWEDEN: ventilerad fasad



FACADE	
이중 외피 파사드 Double Skin Facade	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Second skin
 <p>(Source: Ertex Solar)</p>	ITALIAN / ITALY: facciata a doppia pelle
	DUTCH / NETHERLANDS: geisoleerde gevel
	SPANISH / SPAIN: fachada de doble piel
	FRENCH / FRANCE: Façade double-peau
	GERMAN / AUSTRIA: Doppelfassade
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Doppelfassade, Pufferfassade, Zweite-Haut-Fassade, Zuluft-/Abluft-Fassade, Schachtfassade, Korridorfassade, Kastenfensterfassade
	JAPANESE / JAPAN: ダブルスキン, ダブルスキンファサード
	CHINESE / CHINA: 双层幕墙
	FRENCH / CANADA: façade double-peau
	SWEDISH/SWEDEN: dubbelskalsfasad (accessible), hybridfasad (non-accessible)
창 Window	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Fenestration
 <p>(Source: Physee)</p>	ITALIAN / ITALY: Finestra, serramento
	DUTCH / NETHERLANDS: raam
	SPANISH / SPAIN: ventana
	FRENCH / FRANCE: Fenêtre
	GERMAN / AUSTRIA: Fenster
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Fenster, Fensterfassade, Fensterbandfassade
	JAPANESE / JAPAN: 窓 (window) or サッシ (sash: sash is window frame but sometime used instead of window.)
	CHINESE / CHINA: 窗户
FRENCH/CANADA: fenêtre	
SWEDISH/SWEDEN: fönster	
석축 벽 Masonry Wall	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어:</i> Solid masonry wall, massive wall, barrier wall
 <p>(Source: Flisom)</p>	ITALIAN / ITALY: muro, parete massiva
	DUTCH / NETHERLANDS: bakstenen muur
	SPANISH / SPAIN: muro de mampostería
	FRENCH / FRANCE : Mur maçonné
	GERMAN / AUSTRIA: Mauerwerkswand
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Massiv(bau)wand Mauerwerkswand
	JAPANESE / JAPAN: 組積造(masonry)
	CHINESE / CHINA: 砌筑墙
ITALIAN / ITALY : mur en maçonnerie	
FRENCH/ CANADA: mur en maçonnerie	
SWEDISH/SWEDEN: murad vägg (masonry), massivvägg	



외측일체형 장치 EXTERNAL INTEGRATED DEVICES	
난간, 철책 Parapet	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어 : Railing</i>
 <p>(Source: solarinnova)</p>	ITALIAN / ITALY: parapetto
	DUTCH / NETHERLANDS: borstwering
	SPANISH / SPAIN: parapeto
	FRENCH / FRANCE: Parapet
	GERMAN / AUSTRIA: Parapet
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Parapet, Brüstung
	JAPANESE / JAPAN: 파라베트
	CHINESE / CHINA: 女儿墙
	FRENCH / CANADA: parapet
	SWEDISH/SWEDEN: räcke (slim construction), sarg (wall-like construction, also low height)
난간 Balustrade	<i>유사한 시스템에 사용되는 용어 : Railing</i>
 <p>(Source: energyglass-STG)</p>	ITALIAN / ITALY: balaustra
	DUTCH / NETHERLANDS: balkonhek, balustrade
	SPANISH / SPAIN: antepecho/barandilla
	FRENCH / FRANCE: Balustrade
	GERMAN / AUSTRIA: Geländer
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Geländer, Balustrade, Brüstung
	JAPANESE / JAPAN: 手摺
	CHINESE / CHINA: 栏杆
FRENCH / CANADA: balustrade	
SWEDISH/SWEDEN: räcke, balkongrække (balcony)	
캐노피 Canopy	<i>다른 동의어: gazebo, carport roof</i>
 <p>(Source: Onyx Solar)</p>	ITALIAN / ITALY: pensilina
	DUTCH / NETHERLANDS: doek
	SPANISH / SPAIN: marquesina
	FRENCH / FRANCE: Verrière
	GERMAN / AUSTRIA: Vordach, Terrasse
	GERMAN / GERMANY, SWITZERLAND: Vordach, Überdachung, Flugdach, Baldachin, Membrandach
	JAPANESE / JAPAN: キャンपी or キャンピー屋根
	CHINESE / CHINA: 雨篷
FRENCH / CANADA: Auvent	
SWEDISH/SWEDEN: skärmtak	



8 참고문헌

- [1] **P. Corti, P. Bonomo, F. Frontini, P. Macé e E. Bosch**, «Building Integrated Photovoltaics: a practical handbook for solar buildings' stakeholders. Status Report 2020,» SUPSI, Bequerel Insitute, <https://solararchitecture.ch/bipv-status-report-2020/>, 2020. [last access: March 2021].
- [2] **A. Scognamiglio**, «Impiego del fotovoltaico negli edifici e scelta dei componenti appropriati,» in *Fotovoltaico negli edifici*, Edizioni Ambiente, 2013.
- [3] **C. Schittich**, «Building Skins. in detail,» 2006.
- [4] **IEC**, «IEC 63092:2020. Photovoltaics in buildings,» 2020.
- [5] **CEN**, «EN 50583-1. Photovoltaics in buildings - Part 1: BIPV modules,» 2016.
- [6] **T. Kuhn, C. Erban, M. Heinrich, J. Eisenlohr, F. Ensslen and D.H. Neuhaus**, «Review of Technological Design Options for Building Integrated Photovoltaics (BIPV),» *Energy and Buildings*, vol. 231: 110381, 2020.
- [7] **OmniClass**, « UniFormat® for Table 21 - Elements».
- [8] **NBS**, Uniclass 2015.
- [9] **ISO**, «ISO 12006-2:2015. Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification».
- [10] **B. Deniotti, M. Dejacco, F. Re Cecconi e S. Maltese**, «Sistemi di classificazione per il costruito,» 2011.
- [11] **A. Chris**, «Building Envelope Design Guide,» 2016. [Online]. Available: www.wbdg.org.
- [12] **UNI**, «NORMA 8290-1: EDILIZIA RESIDENZIALE SISTEMA TECNOLOGICO – CLASSIFICAZIONE E TERMINOLOGIA,» 1981.
- [13] **ASTM**, «Standard E1557 Classification for Buildings and Related Sitework - UNIFORMAT II,» 1992.
- [14] **Kiss Cathcart Anders Architects**, Building Integrated Photovoltaics, National Renewable Energy Laboratories, 1993.
- [15] **C. Abbate**, L'integrazione architettonica del fotovoltaico: esperienze compiute. Progetti dal case-Studies del task 7, International Energy Agency, Roma: Gangemi, 2002.
- [16] **P. Bonomo, F. Frontini, I. Zanetti, E. Saretta, M. van der Donker, G. Verbene e F. Vossen**, «BIPV product overview for solar building skin,» EU PVSEC, Amsterdam, 2017.
- [17] **International Energy Agency-SHC Task 41**, "Solar Energy and Architecture," [Online]. Available: <http://task41.iea-shc.org/>. [last access: March 2021].
- [18] **C. Luling**, Energizing Architecture. Design and Photovoltaics, Berlin: Jovis, 2009.
- [19] «**Cost Effective, 7 FP**,» [Online]. Available: <http://www.cost-effective-renewables.eu/>. [last access: 2014].
- [20] «**Construct PV**» European Union's Seventh Framework Programme, [Online]. Available:



<http://www.constructpv.eu/>. [last access: March 2021].

- [21] **IEC**, IEC Committee Draft 61215-1 ED2 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements, 2020.
- [22] **IEC**, IEC TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols, 2016.
- [23] **Czanderna, A. W., Pern, F. J.**, «Encapsulation of PV modules using ethylene vinyl acetate copolymer as a pottant: A critical review,» *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vol. %1 di %243, p.101-181, 1996.
- [24] **Oreski G., Stein J., et al.**, «Designing new materials for photovoltaics,» Report IEA-PVPS T13-D1.1:2021, 2021.
- [25] **Omazic, A. et al.**, «Relation between degradation of polymeric components in crystalline silicon PV module and climatic conditions: A literature review,» *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vol. %1 di %2192, pp123-133., 2019.
- [26] **I. Peike**, «Overview of PV module encapsulation materials,» *Photovoltaics International*, Vol. %1 di %219, pp 85-92., 2013.
- [27] **Eder, G., Peharz, G., Trattnig, R., Bonomo, P., Saretta, E., Frontini, F., Polo Lopez, C., Rose Wilson, H., Eisenlohr, J., Martín Chivelet, N., Karlsson, S., Jakica, N.& Zanelli, A.**, «Coloured BIPV - Market, Research and Development,» IEA PVPS Task15 Report T15-07: 2019, 2019.
- [28] **Adothu, B., Bhatt, P., Chattopadhyay, S., Zele, S., Oderkerk, J., Sagar, H. P., Costa, F. R., and Mallick, S.**, «Newly developed thermoplastic polyolefin encapsulant–A potential candidate for crystalline silicon photovoltaic modules encapsulation,» *Solar Energy*, Vol. %1 di %2194, p. 581-588, 2018.
- [29] **Söderström, T., Papet, P., Ufheil, J.**, «Smart Wire Connection Technology,» 28th EU PVSEC; 1CV.2.17, 2013.
- [30] **Braun, S., Hahn, G., Nissler, R., Pönisch C., and Habermann D.**, « Multi-busbar Solar Cells and Modules: High Efficiencies and Low Silver Consumption,» *Energy Procedia*, Vol. %1 di %238, pp 334-339., 2013.
- [31] **Tonini, D., Cellere, G., Bertazzo M., Fecchio, A., Cerasti, L., Galiazzo, M.**, «Shingling Technology For Cell Interconnection: Technological Aspects And Process Integration,» *Energy Procedia*, Vol. %1 di %2150, pp. 36-43., 2018.
- [32] **Gambogi, W., Kurian, S., Hamzavytehrany, B., Trout, J., Fu, O., Chao Y.**, «The Role of Backsheet in Photovoltaic Module Performance and Durability,» Proceedings of the 26th EU PVSEC; 4AV.1.10., 2011.



9 영어-한글 용어 비교

accessibility criteria	접근성 기준
air gap	공극
antireflecting	반사방지
applications	적용분야
atrium	아트리움
awning	차양
back sheet	백시트
balustrade	난간 (발코니 등)
bifacial	양면형
breakdown	세부내역
Brise soleil	브리즈 솔레일
building envelope	건물외피
building added PV (BAPV)	건물추가형 태양광
building integrated PV (BIPV)	건물일체형 태양광
building skin	건물외피
canopy	캐노피, 덮개
categorization	범주화
category	범주
cavity	공동
cladding	피복, 클래딩
co-extruded	공압출
component	구성요소
contact	접촉
crystalline silicon (c-Si)	결정질실리콘
curing	경화
curtain wall	커튼월
dye-sensitised solar cells	염료감응 태양전지
edge sealing	가장자리 실링
elastomer	탄성중합체, 엘라스토머
encapsulant	봉지재
encapsulation	봉지
externally-integrated	외측일체형
façade	파사드
fenestration	창호
front sheet	프론트시트, 전면 시트
gain	이득
individual parts	개별 부품
interconnect	상호연결
International Electrotechnical Commission (IEC)	국제전기기술위원회
International Energy Agency (IEA)	국제에너지기구
irradiation	조사량
junction box	정선박스
laminare	라미네이트
lamination	라미네이션
light transmittance	광투과율
louvre	루버
low-e	로이, 저방사율



masonry	석축
material	소재
membrane	막, 멤브레인
metallization	금속전극
module	모듈
non-sloping	비경사의
opening	개구부
parapet	난간 (옥상, 다리 등)
parietal walls	외측 벽
photovoltaic (PV)	태양광
pitched	경사진
planarity	평면성
polycrystalline silicon (p-Si)	다결정실리콘
radiation	복사
rainscreen	레인스크린
reference	참조
requirements	요건
rigidity	뻣뻣함, 경직
roof-integrated	지붕일체형
scheme	체계, 스킴, 계획
sealing	실링
shading	음영
shingle	싱글
silver, Ag	실버, 은
skin-integrated	외피일체형
skylight	천창
soiling	오염
solar flooring	태양광 바닥재
solar shading	일사 차폐
solder	솔더, 납땜
standard	규격
string	스트링
taxonomy	분류체계
tempered glass	강화 유리
thermal transmittance	열관류율
thermoplastic	열가소성
thin film	박막
toughness	인성
transparency	투명도
transparent conducting oxide (TCO)	투명전도산화물
vented	통기식
ventillated	환기식
weatherability	내후성
window	창, 창문

한글 옮김 문의: khdb52@gmail.com



ISBN 978-3-907281-21-5



9 783907 281215 >